



**SARA ALEXANDRA  
VIEIRA  
MOUTINHO**

**Colmatação de lacunas em azulejos antigos-métodos  
e técnicas**





**SARA ALEXANDRA  
VIEIRA  
MOUTINHO**

**Colmatação de lacunas em azulejos antigos-métodos  
e técnicas**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizado sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa, professora associada do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, sob a coorientação do Doutor Luís Filipe Mariz de Matos Ferreira investigador da Unidade de Investigação Geobiotec.





*À memória da minha madrinha e do meu avô.*



*"It always seems impossible until is done!"*

Nelson Mandela



## **o júri**

Presidente

**Prof. Joaquim Miguel Gonçalves Macedo**

Professor auxiliar no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor João Paulo Pereira de Freitas Coroado**

Professor e Coordenador Escola Superior de Tecnologia de Tomar - Instituto Politécnico de Tomar

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa**

Professora associada no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro (orientadora)



## agradecimentos

*Querida madrinha,*

*É impressionante como o tempo passa pela gente sem a gente quase tocar no tempo. E hoje, ao parar no tempo, eu apercebi-me do que conquistei, do quanto tenho enriquecido com o passar do tempo. Hoje, tenho a sorte, de dar como finalizada mais uma conquista da minha vida, que apesar de não estares para aplaudir, sei que sempre estiveste a torcer.*

*Chegou o início do fim e, como sabes, tenho muito a agradecer por este percurso ter corrido da melhor forma possível. À minha orientadora, Professora Doutora Ana Velosa, um grande obrigado por ter sido incansável ao longo da dissertação, estando sempre prestável para as minhas dúvidas e inquietações, por me ter aconselhado sempre pelo melhor, por todo o conhecimento transmitido, pelo incentivo e, sobretudo, pela sua simpatia, acessibilidade e boa disposição que proporcionou sempre a cada passo. Ao meu coorientador, Doutor Luís Filipe Mariz Ferreira, obrigado pela disponibilidade demonstrada, pelas sugestões transmitidas, pelo conhecimento partilhado e pelo apoio incansável. Ainda, neste caminho, cruzei-me com o Sr. Vitor Rodrigues e a Eng<sup>ca</sup> Maria Carlos, aos quais me resta agradecer todo o espírito crítico, pela paciência e pelo auxílio prestado na componente laboratorial. Um grande obrigado.*

*Agradeço, também, à Doutora Ana Ribeiro, do Departamento de Cerâmica e Materiais pela disponibilidade, auxílio e boa disposição empregues na realização de ensaios. Às empresas SIKa, DDL Argamassas e DOFcork pelo fornecimento de produtos úteis aos ensaios laboratoriais e de espaço laboratorial.*

*Mas sem amizade isto não seria de todo possível. Sabes que guardo comigo todos os dias um grande obrigado à Rita e à Sara, as companheiras de 24 sobre 24 horas, conselheiras de tudo e mais alguma coisa, fizeram de mim muito do que sou hoje. E se acredito em amizade verdadeira, é porque elas as duas existem na minha vida. É, de certeza, para sempre com estas miúdas.*

*Agradeço à Mariana por ser tola como eu e pelo seu mau feitio que sempre alegria os meus dias- adoro esta rapariga. E à Ana por ser a amiga mais querida que conheço e que, sem dúvida, viveu comigo momentos que carrego todos os dias no coração e nunca esquecerei. Ao grande grupo “Sai da frente Guedes” que trago para sempre no coração, nunca vos deixei nem vou deixar, em especial um grande obrigada ao Gonçalo, Pedro e Rúben.*

*E ainda já viste a sorte que tenho? Ganhei outra cidade no coração. Obrigada a Aveiro por todas as pessoas que conheci e por tudo o que me proporcionou, preenchendo o coração. Obrigada ao Tiago, por me permitir perceber que o mundo universitário vai muito além dos livros e me permitir o encontro com a vida académica na prática e, claro, por hoje ser imprescindível no meu dia-a-dia, obrigada por seres assim, obrigada por tudo. Obrigada em especial à Marlène, à Catarina, à Silvério, ao Carlos e ao Grosso, por todos os episódios vividos e por todos os sorrisos partilhados. Vivia tudo de novo.*

*E, sem demoras, mil obrigadas aquela que tenho o orgulho de chamar “melhor irmã do mundo”. Lembras-te de tudo o que vivemos as três? Inesquecível. Ela continua igual, a ser uma das melhores pessoas deste mundo, uma melhor amiga, um pilar. Agradeço também ao Menezes pela ajuda nas decisões mais difíceis. Assim como ao teu pequenino, agradeço por me dar cabo do juízo, mas mesmo assim ser o melhor primo que eu podia pedir. Ao Avô, à Avó, à Mãe e ao Pai, as pessoas mais lutadoras que eu poderia conhecer e ter como foco. Ensinaram-me que quem faz as regras da vida somos nós. Todos os dias fizeram de tudo para que eu pudesse encontrar os meus sonhos, sendo incansáveis nesta etapa, apoiando-me sempre, dando-me toda a coragem, garra e bravura para encarar cada dia. Eu amo-os. A toda a família um sincero obrigada.*

*A ti, por apesar de teres perdido uma grande batalha, mas lutares até ao fim, me mostrares que independentemente do fim, os vencedores somos sempre nós. Porque o importante não é o fim do caminho, é mesmo o caminho.*

*Com muito Amor,  
Sara.*



## palavras-chave

Azulejos, lacunas, polímeros, geopolímeros, conservação, restauro.

## resumo

A presente dissertação tem como propósito o estudo de soluções poliméricas e geopoliméricas na colmatação de lacunas em azulejos antigos.

Atualmente, os materiais utilizados para colmatação de lacunas de azulejos baseiam-se em cal e pastas, que têm por base resinas orgânicas, como a epóxi por exemplo, que usualmente apresentam inconvenientes face à compatibilidade, eficiência, eficácia e durabilidade do azulejo. Paralelamente, não só atuando como elemento estrutural isolado, o azulejo tem adicionalmente de resistir a condições ambientais específicas quando aplicado em fachadas exteriores, tendo que manter a sua durabilidade e função sobre o suporte onde é aplicado.

Deste modo, as pastas geopoliméricas poderão constituir uma solução possível para o restauro de azulejos degradados, devido à elevada durabilidade que este material apresenta e à facilidade de manipulação de diversos componentes para a integração de um geopolímero. Todavia, também existem algumas desvantagens do uso deste material, associadas por exemplo ao aparecimento de fissuras e à formação de eflorescências.

Ao longo da seguinte dissertação, apresenta-se assim um estudo alargado de diferentes polímeros na colmatação de lacunas (colagem de fragmentos cerâmicos, reintegração volumétrica e preenchimento de lacunas), bem como se desenvolve e discute a exequibilidade de um geopolímero para a mesma função, estudando-se diferentes formulações, tendo em conta o tipo de ativadores, a fonte de silicatos e a quantidade de água necessária que permite a trabalhabilidade do mesmo.

Para estudar o comportamento de diferentes produtos poliméricos e geopoliméricos, foram conduzidos testes como a absorção por capilaridade, permeabilidade ao vapor de água, envelhecimento artificial acelerado, resistência à compressão e à tração. Os resultados obtidos estão todos registados durante o documento, indicando que eles são auspícios a aumentar o uso de geopolímeros na colmatação de lacunas.



**Keywords**

Tiles, lacunae, polymers, geopolymers, conservation, restoration.

**Abstract**

The present dissertation aims to study polymeric and geopolymeric solutions for filling of lacunae in old tiles.

Currently, the materials used for filling of lacunae of tiles are based on organic resins, such as epoxy for example, that presents drawbacks due to the compatibility, efficiency, effectiveness and durability of the tile. Alongside, not only acting as a single structural element, the tile must additionally withstand specific environmental conditions when applied to exterior facades, having to maintain its durability and function above the support where it is applied.

Thus, geopolymeric pastes could be a possible solution for the restoration of degraded tiles, due to the high durability that this material presents and ease of handling various components for integration of a geopolymer. However, there are also some disadvantages of using this material, associated for example by cracking and the formation of efflorescence.

Along this dissertation, presents an extended study of different polymers in filling of lacunae (collage of ceramic fragments, volumetric reintegration and lacunae fill), as well as develops and discusses the feasibility of the geopolymer for the same function, studying different formulations, taking in to account the type of activators, the source of silicates and the amount of water that allows the workability of the same.

To study the behaviour of different polymeric and geopolymeric products, were conducted different tests as absorption by capillarity, water vapor permeability, accelerated artificial aging, resistance to compression and tensile. The obtained results are all recorded during the document, indicating that they are auspicious to increase the use of geopolymers in filling of lacunae.



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xxi</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>xxv</b>
<b>ÍNDICE DE EQUAÇÕES.....</b>	<b>xxix</b>
<b>Lista de acrónimos.....</b>	<b>xxxi</b>
<b>Capítulo 1. Introdução .....</b>	<b>3</b>
1.1. Considerações iniciais.....	3
1.2. Âmbito e objetivos.....	5
1.3. Estrutura da dissertação .....	5
<b>Capítulo 2. Azulejo: história, degradação e intervenção .....</b>	<b>9</b>
2.1. O azulejo como revestimento cerâmico de fachada.....	9
2.2. Intervenção em azulejos.....	11
2.2.1. Progressos na intervenção .....	11
2.2.2. Principais causas de intervenção .....	13
<b>Capítulo 3. Colmatação de lacunas .....</b>	<b>19</b>
3.1. Considerações gerais.....	19
3.2. Critérios de intervenção .....	19
3.3. Principais técnicas e metodologias .....	20
3.3.1. Colagem de fragmentos cerâmicos.....	22
3.3.2. Preenchimento de lacunas .....	22
3.3.3. Reintegração volumétrica.....	23
3.4. Principais materiais poliméricos utilizados .....	24
3.4.1. Resina epóxi .....	25
3.4.2. Resina poliéster .....	25
3.4.3. Gesso sintético com resina orgânica.....	26
3.4.4. Polietileno.....	27

3.5.	Principais materiais geopoliméricos utilizados .....	28
3.5.1.	Aditivos .....	29
3.5.2.	Ativadores alcalinos .....	30
3.5.3.	Materiais de ligação .....	30
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Métodos de ensaio e materiais utilizados .....</b>	<b>33</b>
4.1.	Considerações gerais .....	33
4.2.	Descrição das amostras em estudo .....	33
4.2.1.	Amostras de azulejos.....	34
4.2.2.	Amostras dos produtos utilizados no restauro dos azulejos.....	35
4.3.	Trabalho experimental.....	46
4.3.1.	Ensaio de absorção de água por capilaridade.....	47
4.3.2.	Ensaio de permeabilidade ao vapor de água .....	51
4.3.3.	Ensaio de envelhecimento artificial acelerado .....	58
4.3.4.	Ensaio de resistência à compressão.....	68
4.3.5.	Ensaio de resistência à tração .....	70
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Apresentação e discussão de resultados .....</b>	<b>75</b>
5.1.	Considerações gerais .....	75
5.2.	Observação visual das amostras dos produtos poliméricos e geopoliméricos .....	75
5.3.	Absorção de água por capilaridade.....	78
5.3.1.	Comportamento capilar dos azulejos .....	78
5.3.2.	Comportamento capilar dos produtos utilizados nos azulejos .....	93
5.4.	Permeabilidade ao vapor de água .....	96
5.4.1.	Análise dos azulejos .....	97
5.4.2.	Análise dos produtos .....	100
5.5.	Envelhecimento artificial acelerado .....	101
5.6.	Resistência à compressão .....	106

5.7. Resistência à tração .....	109
<b>Capítulo 6. Considerações Finais .....</b>	<b>115</b>
6.1. Notas conclusivas .....	115
6.2. Trabalhos futuros .....	117
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo A</b>	
A.1. Fichas técnicas dos azulejos .....	129
A.2. Ficha técnicas dos produtos utilizados .....	143
<b>Anexo B</b>	
B.1. Campanha experimental.....	157
B.2. Absorção de água por capilaridade .....	158
B.3. Permeabilidade ao vapor de água .....	160
B.4. Envelhecimento artificial acelerado.....	166





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema representativo do processo de conservação e restauro do património. .	4
Figura 2 - Paineis azulejados da Estação de São Bento da autoria de Jorge Colaço, 1915, Porto (“Estação de São Bento (Porto)   Ruralea”).....	9
Figura 3 - Paineis azulejados "Ribeira Negra".....	10
Figura 4 - Exemplo de forma quadrada de azulejo, Aveiro.....	10
Figura 5 - Exemplo de forma hexagonal de azulejo, Terminal do Porto de Leixões. ....	10
Figura 6 - Exemplo de forma triangular de azulejo.....	11
Figura 7 - Evolução do material azulejado (Fisherman e Rebelo, 2012). ....	12
Figura 8 - Esquema representativo das principais causas para a intervenção em azulejos. ....	14
Figura 9 - Principais exigências na intervenção em azulejos (Mariz, 2014). ....	20
Figura 10 - Exemplo de colagem de fragmentos cerâmicos.....	22
Figura 11 - Exemplo de preenchimento cerâmico sem perda de material (Pereira, Esteves, Rodrigues e Mimoso, 2012). ....	23
Figura 12 - Exemplo de preenchimento cerâmico com perda de material. ....	23
Figura 13 - Exemplo de reintegração volumétrica (Rodrigues e Mimoso, 2015). ....	24
Figura 14 - Reação de produção da resina epóxi (Davim, 1998). ....	25
Figura 15 - Reação de produção de poliéster (“Polímeros de condensação”, 2016). ....	26
Figura 16 - Reação de polimerização do polietileno, em que n representa um valor de acordo com a concentração (“As reações de polimerização-Polímeros de adição,” 2016). ....	27
Figura 17 - Tipos de polietileno (Esgalhado e Rocha, 2002). ....	27
Figura 18 - Produção de geopolímeros.....	29
Figura 19 - Tardoz referente à produção de cada fábrica de Devesas, da Fonte Nova e de Santos Mártires, respetivamente.....	33
Figura 20 - EPOSURF 2.....	36
Figura 21 - SINTOLIT. ....	37
Figura 22 - ICOSIT K101N.....	38
Figura 23 - PRO-FILL.....	40
Figura 24 – WOOD FILLER.....	41
Figura 25 - PARALOID B-72. ....	42
Figura 26 - Esquema representativo da constituição do geopolímero MKZL. ....	43
Figura 27 - Esquema representativo da constituição do geopolímero MKZL. ....	44

Figura 28 - Representação gráfica da composição química das cinzas.....	45
Figura 29 - Material utilizado: a) Tabuleiro e esfregões; b) Balança; c) Esguicho; d) Cronómetro; e) Termo higrómetro; f) Estufa ventilada. ....	49
Figura 30 - Limpeza do material azulejar. ....	50
Figura 31 - Preparação das amostras de azulejos. ....	50
Figura 32 - Imersão parcial dos azulejos em água. ....	51
Figura 33 - Exemplificação do ensaio de permeabilidade ao vapor de água. ....	52
Figura 34 - Material utilizado no ensaio de permeabilidade ao vapor de água: a) Balança; b) Tupperwares; c) Silicone; d) Moldes; e) Óleo lubrificante; f) Termo higrómetro.....	53
Figura 35 - Amostras de azulejos a ensaiar na permeabilidade ao vapor de água. ....	54
Figura 36 - Preparação do EPOSURF 2.....	54
Figura 37 - Preparação da Pasta de Darwin. ....	55
Figura 38 - Preparação do PRO-FILL.....	55
Figura 39 - Preparação do WOOD FILLER. ....	55
Figura 40 - Secagem das amostras dos produtos.....	56
Figura 41 - Processo de diluição de $\text{KNO}_3$ em $\text{H}_2\text{O}$ .....	56
Figura 42 - Fator de solubilidade do $\text{KNO}_3$ em $\text{H}_2\text{O}$ . ....	57
Figura 43 - Amostras preparadas dos produtos a ensaiar na permeabilidade ao vapor de água. ....	57
Figura 44 - Introdução das amostras de azulejos na câmara climatizada.....	58
Figura 45 - Introdução das amostras de produtos na câmara climatizada.....	58
Figura 46 - Amostras sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.....	59
Figura 47 - Representação gráfica do ciclo de verão. ....	60
Figura 48 - Representação gráfica do ciclo de inverno. ....	61
Figura 49 - Amostras de azulejos a ensaiar.....	61
Figura 50 - Material utilizado no ensaio de envelhecimento artificial acelerado: a) Areia selecionada 120/200 e Cera (Tenasyle).....	62
Figura 51 - Colagem de fragmentos cerâmicos da amostra 1. ....	63
Figura 52 - Reintegração e preenchimento da amostra 1. ....	63
Figura 53 - Colagem de fragmentos da amostra 2. ....	64
Figura 54 - Reintegração e preenchimento da amostra 2. ....	64
Figura 55 - Colagem, reintegração e preenchimento da amostra 3.....	65

Figura 56 - Colagem, reintegração e preenchimento da amostra 4. ....	66
Figura 57 - Colagem, reintegração e preenchimento da amostra 5. ....	67
Figura 58 - Colagem, reintegração e preenchimento na amostra 6. ....	67
Figura 59 - Modo de apoio da amostra para a tensão de rotura à compressão (Ferreira, 2012). .....	68
Figura 60 - Amostras em estudo no ensaio de resistência à compressão. ....	68
Figura 61 - Produtos utilizados na preparação da amostra MKZL.....	69
Figura 62 - Metacaulino e Zeólito, respetivamente.....	70
Figura 63 - Produto final MKZL. ....	70
Figura 64 - Modo de apoio no ensaio de resistência à tração.....	71
Figura 65 - Registo fotográfico das amostras em estudo. ....	72
Figura 66 - Registo fotográfico dos produtos poliméricos com 1 dia de tempo de cura.....	75
Figura 67 - Registo fotográfico dos produtos poliméricos com 15 dias de tempo de cura. ....	75
Figura 68 - Geopolímero MKZL. À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias. ....	76
Figura 69 - Geopolímero MK1000. À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias. ....	76
Figura 70 - Controlo do pH das soluções geopoliméricas.....	77
Figura 71 - Geopolímero MK1000C (pH 12). À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias. ....	77
Figura 72 - Geopolímero MK1000C (pH 11). À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias. ....	78
Figura 73 - Representação gráfica do comportamento capilar de A. ....	79
Figura 74 - Representação gráfica do comportamento capilar de B.....	80
Figura 75 - Representação gráfica do comportamento capilar de C.....	81
Figura 76 - Representação gráfica do comportamento capilar de D. ....	82
Figura 77 - Representação gráfica do comportamento capilar de E.....	83
Figura 78 - Representação gráfica do comportamento capilar de F. ....	84
Figura 79 - Representação gráfica do comportamento capilar de G. ....	85
Figura 80 - Representação gráfica do comportamento capilar de H. ....	86
Figura 81 - Representação gráfica do comportamento capilar de I.....	87
Figura 82 - Representação gráfica do comportamento capilar de J.....	88

Figura 83 - Representação gráfica do comportamento capilar de K. ....	89
Figura 84 - Representação gráfica do comportamento capilar de L.....	90
Figura 85 - Representação gráfica do comportamento capilar de M. ....	91
Figura 86 - Representação gráfica do comportamento capilar de N. ....	92
Figura 87 - Representação gráfica da análise média comparativa de cada amostra. ....	93
Figura 88 - Representação gráfica do comportamento capilar da PASTA DE DARWIN..	94
Figura 89 - Representação gráfica do comportamento capilar do PRO-FILL. ....	94
Figura 90 - Representação gráfica do comportamento capilar do WOOD FILLER.....	95
Figura 91 - Representação gráfica do comportamento capilar do EPOSURF 2. ....	95
Figura 92 - Representação gráfica do comportamento capilar do MKZL. ....	95
Figura 93 - Valores da espessura da camada de ar de difusão equivalente das amostras. ..	98
Figura 94 - Registo fotográfico das amostras no fim do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	99
Figura 95 - Representação gráfica dos valores de $S_d$ . ....	101
Figura 96 - Representação gráfica dos valores médios da perda de massa, em %.....	102
Figura 97 - Medição da altura do provete. ....	106
Figura 98 - Ensaio de resistência à compressão de MKZL aos 7 dias. ....	107
Figura 99 - Ensaio de resistência à compressão de MK1000 aos 7 dias. ....	108
Figura 100 - Ensaio de resistência à compressão de MK1000C aos 7 dias. ....	108
Figura 101 - Representação gráfica do ensaio de resistência à compressão. ....	109
Figura 102 - Medição da fissura da amostra com a craveira.....	109
Figura 103 - Realização do ensaio de resistência à tração. ....	110
Figura 104 - Representação gráfica dos valores médios de resistência à tração das amostras. ....	111

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Principais motivações que conduziram à intervenção das fachadas (Mariz, 2014). .....	13
Tabela 2 - Principais intervenções e suas metodologias (Triães, 2008). .....	21
Tabela 3 - Amostras de azulejos e materiais usados em cada ensaio. ....	34
Tabela 4 - Identificação dos azulejos em estudo. ....	34
Tabela 5 - Caracterização do EPOSURF 2 (Química, 2016). ....	36
Tabela 6 - Propriedade físicas e químicas do EPOSURF 2.....	36
Tabela 7 - Caracterização da Sintolit (Bandini, 2016). ....	37
Tabela 8 - Propriedades físicas e químicas da Sintolit (Bandini, 2016). .....	38
Tabela 9 - Caracterização da ICOSIT K101N (Sika, 2011). .....	38
Tabela 10 - Propriedades físicas e químicas da ICOSIT K101N (Sika, 2011). ....	39
Tabela 11 - Caracterização da PASTA DE DARWIN (Pasta de Darwin, 2016). ....	39
Tabela 12 - Caracterização do PRO-FILL (Grey et al., 2016). ....	40
Tabela 13 - Propriedades físicas e químicas do PRO-FILL (Grey et al., 2016). .....	40
Tabela 14 - Caracterização do WOOD FILLER (Stainable et al., 2016). .....	41
Tabela 15 - Propriedades físicas e químicas do WOOD FILLER (Stainable et al., 2016). ..	41
Tabela 16 - Caracterização do PARALOID B-72. ....	42
Tabela 17 - Propriedades físicas e químicas do PARALOID B-72. ....	42
Tabela 18 - Função dos componentes utilizados na preparação do geopolímero MKZL. ..	43
Tabela 19 - Massas dos materiais constituintes do geopolímero MKZL. ....	43
Tabela 20 - Função dos componentes utilizados na preparação do geopolímero MK1000. ....	44
Tabela 21 - Massas dos materiais constituintes do geopolímero MK1000. ....	45
Tabela 22 - Função dos componentes utilizados na preparação do geopolímero MK1000C. .....	46
Tabela 23 - Massa dos materiais constituintes do geopolímero MK1000C. ....	46
Tabela 24 - Normalização adotada na realização dos ensaios. ....	47
Tabela 25 - Amostras de azulejos estudadas no ensaio de absorção de água por capilaridade. .....	48
Tabela 26 - Amostras de produtos estudados no ensaio de absorção por capilaridade. ....	48
Tabela 27 - Amostras de azulejos e produtos utilizadas no ensaio de permeabilidade ao vapor de água. ....	52

Tabela 28 - Condições de temperatura e humidade relativa estipuladas para o ciclo de verão. .....	59
Tabela 29 - Condições de temperatura e humidade relativa estipuladas para o ciclo de inverno.....	60
Tabela 30 - Amostras de azulejos e produtos utilizadas no ensaio de envelhecimento artificial acelerado.....	62
Tabela 31 - Proporção da mistura Sintolit com Carbonato de cálcio.....	65
Tabela 32 - Componentes do produto PRO-FILL.....	65
Tabela 33 - Componentes do produto ICOSIT. ....	66
Tabela 34 - Composição da mistura da SINOLIT com PASTA DE DARWIN. ....	67
Tabela 35 - Coeficientes de capilaridade da amostra A. ....	79
Tabela 36 - Coeficientes de capilaridade da amostra B. ....	80
Tabela 37 - Coeficientes de capilaridade da amostra C. ....	81
Tabela 38 - Coeficientes de capilaridade da amostra D. ....	82
Tabela 39 - Coeficientes de capilaridade da amostra E. ....	83
Tabela 40 - Coeficientes de capilaridade da amostra F.....	84
Tabela 41 - Coeficientes de capilaridade da amostra G. ....	85
Tabela 42 - Coeficientes de capilaridade da amostra H. ....	86
Tabela 43 - Coeficientes de capilaridade da amostra I.....	87
Tabela 44 - Coeficientes de capilaridade da amostra J. ....	88
Tabela 45 - Coeficientes de capilaridade da amostra K. ....	89
Tabela 46 - Coeficientes de capilaridade da amostra L. ....	90
Tabela 47 - Coeficientes de capilaridade da amostra M. ....	91
Tabela 48 - Coeficientes de capilaridade da amostra N. ....	92
Tabela 49 - Características das amostras dos produtos.....	94
Tabela 50 - Coeficientes de capilaridade das amostras de produtos. ....	96
Tabela 51 - Valores obtidos na análise do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	97
Tabela 52 - Características principais das amostras de produtos em estudo.....	100
Tabela 53 - Valores obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água.....	100
Tabela 54 - Percentagem da perda da massa durante o ensaio de envelhecimento artificial acelerado.....	102
Tabela 55 - Registo fotográfico da evolução material. ....	103

Tabela 56 - Principais características das amostras.....	107
Tabela 57 - Valores médios obtidos da resistência à compressão ( $R_c$ ). ....	108
Tabela 58 - Dimensão das amostras em estudo no ensaio de resistência à tração. ....	110
Tabela 59 - Valores médios e desvios padrão da resistência à tração ( $R_t$ ). ....	111





**ÍNDICE DE EQUAÇÕES**

Equação 1 .....	45
Equação 2 .....	96
Equação 3 .....	96
Equação 4 .....	96
Equação 5 .....	106
Equação 6 .....	110



## Lista de acrónimos

<b>A120/200</b>	Areia Seleccionada 120/200
<b>CEN</b>	Comité Europeu de Normalização
<b>DECivil</b>	Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro
<b>D.P.</b>	Desvio Padrão
<b>DM</b>	Diferença de massa
<b>DOFcork</b>	Dinis Oliveira & Filhos, S.A
<b>EMA</b>	Copolímero de etileno-ácido metacrílico
<b>EN</b>	European Norm
<b>EP</b>	Resina Epóxidica
<b>HR</b>	Humidade relativa
<b>ICOM</b>	International Council of Museums
<b>LNEC</b>	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
<b>MK</b>	Metacaulino
<b>NP</b>	Norma Portuguesa
<b>PE</b>	Polietileno
<b>PEAD</b>	Polietileno de Alta Densidade
<b>PEBD</b>	Polietileno de Baixa Densidade
<b>T</b>	Temperatura
<b>Tg</b>	Temperatura de transição vítrea
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
<b>UP</b>	Resina Poliéster
<b>UV</b>	Radiação ultra-violeta



# *Capítulo 1*

---

## *Introdução*



## Capítulo 1. Introdução

### 1.1. Considerações iniciais

Cada canto do mundo, tendo em conta a memória coletiva e consciente do seu passado, é responsável, quer pela identificação, quer pela gestão de todo o seu património. Todo e qualquer património possui valores que se alteram com o tempo, sendo esta a sua característica mais interessante, uma vez que os instrumentos e os métodos utilizados para uma correta preservação do património devem adaptar-se às circunstâncias de forma evolutiva, mantendo a sua autenticidade (Carta de Cracóvia, 2000).

Neste contexto, o azulejo não passa “despercebido” sendo, sem dúvida, o património material possivelmente mais característico da cultura portuguesa. É um elemento do património, com uma tradição que remota ao século XVI, sendo usado em diferentes obras como igrejas, mosteiros, habitações e estações ferroviárias (Margalho, 2012), sendo assim congruente estudar distintas intervenções, para que se possa manter e legar.

Inicialmente era produzido de forma artesanal, começando por existir no Egito alargando-se posteriormente a vários países. Desde o século XVI que tem sido usado, de forma contínua, em Portugal e em meados do século XIX já era uma prática corrente na zona do Porto, como revestimento exterior de edifícios. Geralmente, trata-se de um material muito usado nas fachadas como decoração, sendo parte da identidade histórica e cultural de Portugal (Mariz, 2014).

O azulejo é um material versátil, podendo ser aplicado em diversas situações. É composto por uma face vidrada, servindo esta para receber elementos decorativos e por uma outra face, denominada de tardo que se destina à aplicação do azulejo no suporte (Margalho, 2012), sendo a parte oposta ao vidrado. É de notar, que a nível da intervenção em azulejos não só a chacota é alvo de degradação, corroborando alguns corolários de autores, como no caso de *“um vidrado íntegro não permite a degradação química de um azulejo”*, pois um vidrado apesar de muito resistente, não é tão resistente a soluções como soda cáustica ou hidróxido de sódio, bem como a agentes ambientais de deterioração, que podem provocar manchas quase impossíveis de remover dos azulejos (Vieira, 2014).

Existem distintas características e vantagens que fazem do azulejo um material relevante na construção, tais como: impermeabilidade adquirida pela aplicação do vidrado na

superfície; resistência a diferentes ataques como ácidos, álcalis, humidade e vapores, nas condições normais de utilização; facilidade de limpeza e aplicação; substituição a baixo custo; possibilidade de receber várias cores e obter diferentes padrões; aderência mecânica às argamassas, menor peso nas estruturas e, ainda, baixa expansão térmica (Wanderley e Sichieri, 2005).

Na presente dissertação pretende-se assim, enaltecer a urgente preservação do património azulejar, tendo em conta que a intervenção deve ser reversível, em peças com valor histórico, técnico e artístico. Este processo descreve um ciclo, tal como se pode ver na Figura 1.

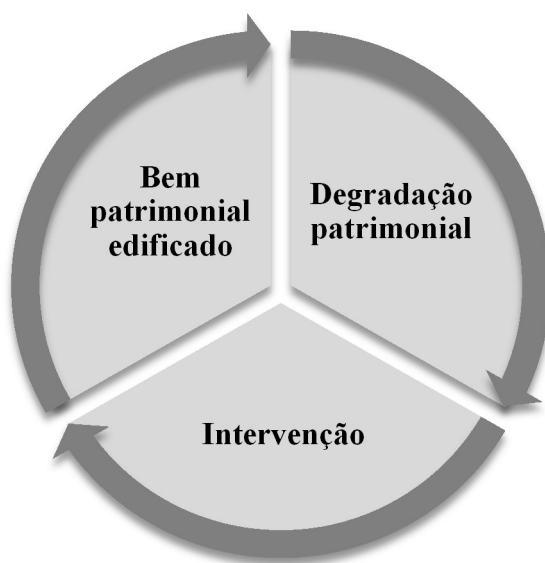


Figura 1 - Esquema representativo do processo de conservação e restauro do património.

No contexto do esquema apresentado, a intervenção em bens patrimoniais edificados ocorre com o predomínio de diferentes metodologias e técnicas de colmatação de lacunas neste elemento, com base na degradação que este apresenta. A degradação nos azulejos pode apresentar-se, por exemplo, na forma de fissuras no vidrado, através de queda do vidrado nas arestas ou a partir das arestas, por descasque e/ou por desagregação da chacota (LNEC, 2011).

Por conseguinte, ciente da importância do azulejo, tanto enquanto suporte de ligação do passado como elemento identitário do presente, este estudo irá apontar estratégias de intervenção com a utilização de materiais poliméricos e geopoliméricos, levando à reintegração do cerâmico, devido à excelente aderência para agregar que estes materiais possuem (Margalho, 2012).



Ao longo da dissertação, serão apresentados resultados de vários ensaios laboratoriais, testando a eficiência e eficácia dos materiais poliméricos e geopoliméricos quando usados nas intervenções de conservação e restauro.

## **1.2. Âmbito e objetivos**

Propõe-se com este trabalho, analisar distintas intervenções a nível da recuperação de azulejos, visando o preenchimento de lacunas em azulejos antigos. Inicialmente, será feita uma seleção de diferentes materiais normalmente utilizados na colmatação de lacunas, de forma a verificar o seu comportamento – material cerâmico original e material de preenchimento.

Seguidamente analisar-se-á o desempenho mecânico, a permeabilidade ao vapor de água, a resistência à variação da temperatura, entre outros fatores, de azulejos antigos e degradados. As lacunas serão colmatadas com materiais distintos, quer polímeros como geopolímeros, realizando-se uma análise comparativa.

Para além do estudo polimérico, pretende-se desenvolver outros materiais alternativos passíveis de serem empregues para o efeito, geopolímeros. Tal tem o objetivo, de alcançar diferentes características mecânicas e assegurar princípios éticos, com base na formulação das distintas cartas de restauro, subjacentes ao processo de intervenção.

## **1.3. Estrutura da dissertação**

Com o propósito de se atingirem os objetivos mencionados, a presente dissertação está dividida conforme a seguir se descreve.

No primeiro capítulo é apresentada uma breve descrição e contextualização da dissertação, bem como definição dos objetivos e estruturação do trabalho. Seguidamente, no segundo capítulo é feita uma abordagem ao azulejo como material estrutural, dando-se ênfase à sua história e ao seu comportamento face a distintas intervenções, descrevendo-se as suas evoluções temperais.

O terceiro capítulo é dedicado à descrição dos critérios de intervenção em azulejos, passando pela identificação e explicação das principais patologias em azulejos, assim como as técnicas e métodos utilizados. Também, descreve-se quimicamente os materiais a utilizar, havendo posteriormente uma escolha rigorosa de materiais de diferentes fornecedores.

No quarto capítulo são apresentados os diferentes ensaios que irão decorrer ao longo desta dissertação, onde se definem quais os ensaios a realizar bem como uma breve descrição. Ainda, se descrevem todas as amostras utilizadas, tanto os azulejos como os produtos, para se concretizar o objetivo final e explica-se como decorre cada ensaio, identificando-se os materiais utilizados e o procedimento experimental. Seguem-se assim os resultados obtidos, no capítulo seis, onde é feita uma análise e discussão dos mesmos.

No sétimo capítulo, são apresentadas as principais conclusões da dissertação e descritos os trabalhos a serem desenvolvidos futuramente que complementarão este estudo.

Por fim, encontram-se os anexos A e B, em que o anexo A se destina à apresentação das fichas técnicas dos azulejos antigos que permitiram o estudo da presente dissertação e o anexo B expõe a compilação de dados úteis à concretização deste trabalho.

# *Capítulo 2*

---

*O azulejo: história, degradação e  
intervenção*



## Capítulo 2. Azulejo: história, degradação e intervenção

### 2.1. O azulejo como revestimento cerâmico de fachada

A palavra azulejo, tem origem do árabe e significa placa pintada e vidrada em uma das faces, possuindo na outra face um tipo de relevo, para facilitar o assentamento ou, um tardoiz liso. Normalmente o azulejo apresenta um formato quadrado, mas já possuiu várias outras formas (Wanderley e Sichieri, 2005).

O revestimento azulejar marca inevitavelmente o património em Portugal, invadindo várias fachadas públicas, de forma criativa e peculiar. Os azulejos estão intimamente relacionados com a cultura portuguesa, como podemos observar no Porto e em Aveiro por exemplo, não existindo mais países onde se possa observar tamanha herança a nível de património azulejar (Chaban et al, 2016). Todos os painéis azulejares representam arte, contemplando um vasto leque de valores que se transparecem no património histórico e artístico, como são exemplos o painel azulejar da Estação de São Bento de Jorge Colaço (Figura 2) e o painel denominado de “Ribeira Negra” com que Júlio Resende congratulou a sua cidade, que foi executado em grés, encontrando-se à entrada do túnel da Ribeira (Figura 3).

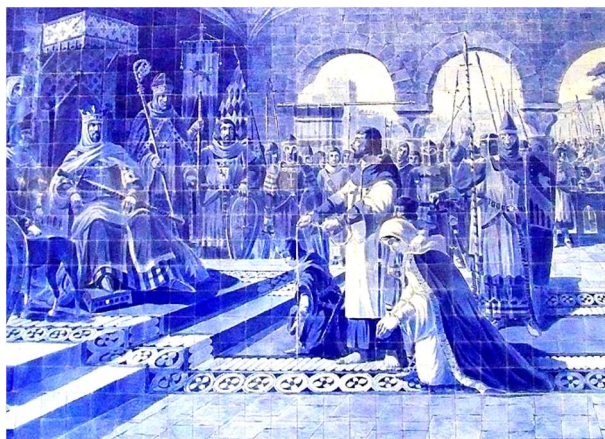


Figura 2 - Painel azulejar da Estação de São Bento da autoria de Jorge Colaço, 1915, Porto (“Estação de São Bento (Porto) | Ruralea”).



Figura 3 - Paineis azulejares "Ribeira Negra".

Existem distintas formas de azulejos, sendo que as mais vulgares e regulares têm a forma quadrada. Nas seguintes figuras (Figura 4, Figura 5 e Figura 6), apresentam-se estas três formas em diferentes fachadas (quadrada, hexagonal e triangular).

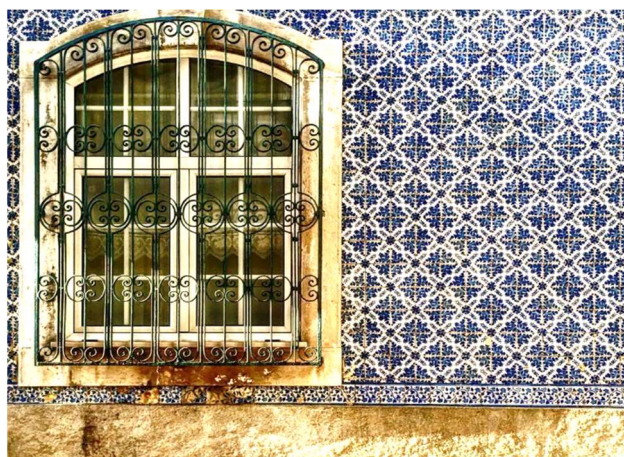


Figura 4 - Exemplo de forma quadrada de azulejo, Aveiro.

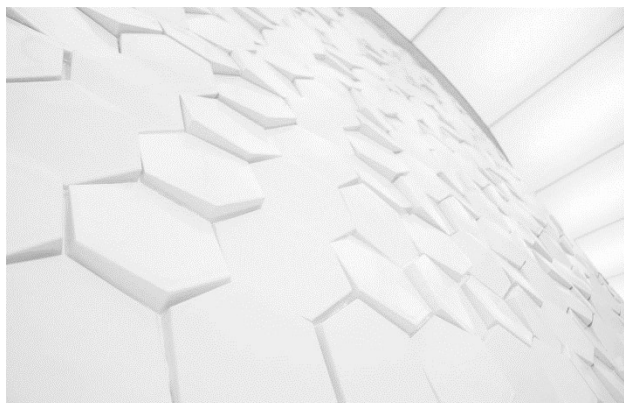


Figura 5 - Exemplo de forma hexagonal de azulejo, Terminal do Porto de Leixões.



Figura 6 - Exemplo de forma triangular de azulejo.

## **2.2. Intervenção em azulejos**

No exterior existem diversas causas atmosféricas e antrópicas que conduzem à degradação do azulejo, havendo a necessidade de intervenções para a sua manutenção (Mariz, 2014). Neste contexto, são apresentados seguidamente progressos na intervenção nestes elementos construtivos, desde a sua evolução às motivações que levam à intervenção em azulejos de fachada.

### **2.2.1. Progressos na intervenção**

As intervenções em materiais cerâmicos datam tempos antigos. No decorrer do século XX estas intervenções foram aumentando (Mariz, 2014), havendo evidentemente evolução a nível dos métodos e técnicas aplicados nos materiais azulejares.

É de notar que as técnicas de produção evoluíram, o que dita que materialmente há variações entre as produções de azulejos ao longo dos séculos, constituindo as produções dos séculos XVI, XVII, XIX e XX marcos tecnológicos relevantes – primeiras produções de azulejo de relevo, primeiras produções de azulejos planos em Portugal, 1ª fase de industrialização e produção industrial atual, respetivamente – bem como a sua disposição na arquitetura no interior ou no exterior público e os locais onde é aplicado, como é possível observar-se na Figura 7, o azulejo na técnica de aresta em relevo do século XVI, Palácio da Vila, Sintra, o azulejo no século XIX no Porto e, por fim, o azulejo no século XX, na Avenida Infante Santo, em Lisboa (Fisherman e Rebelo, 2012).





Figura 7 - Evolução do material azulejar (Fisherman e Rebelo, 2012).

De forma paralela, as técnicas de intervenção e os materiais aplicados para a sua intervenção têm vindo a sofrer alterações.

Em meados dos anos 40, as práticas correntes de intervenções baseavam-se em devolver o aspeto original à peça, aproximando-a da aparência que tinha antes de ocorrer alguma patologia (Mariz, 2014).

A intervenção em azulejos tornou-se mais cuidadosa e profunda a partir dos anos 80, tendo por base diferentes motivações (Tabela 1). Até ao início do século XX, as principais técnicas de intervenção eram (Mariz, 2014):

- Transladação de painéis;
- Aplicação de azulejos distintos para colmatar lacunas;
- Aplicação de novas argamassas.

As causas da degradação de azulejos em fachadas de edifícios são semelhantes às verificadas em painéis de monumentos históricos, sendo as mais frequentes de origem higrotérmica, ação de sais, deterioração biológica e roubo.

Só peças com grande valor é que sofriam este tipo de intervenção de forma detalhada e minuciosa. Neste processo, eram usados materiais como adesivos animais, gomas, e resinas vegetais. O gesso era também usado, porém com aditivos (Mariz, 2014). Atualmente, as práticas utilizadas sofreram várias alterações, melhorando tanto a nível de técnicas como de



materiais utilizados, sendo mais recentemente utilizados os polímeros sintéticos, apresentando estruturas mais simples que os naturais (Davim, 1998).

Tabela 1 - Principais motivações que conduziram à intervenção das fachadas (Mariz, 2014).

Motivações para intervenção	1875	1900	1925	1950	1975	2000
Alteração de decoração de lojas	X	X	X	X	X	X
Assentamento das fundações				X	X	X
Deteriorações (em especial das argamassas)				X	X	X
Mudança de gosto					X	X
Roubo e vandalismo					X	X

No que diz respeito à reintegração cromática, era uma técnica aplicada a água (raramente), a óleo, a caseína e goma laca. No decorrer do tempo, começou-se a usar a técnica do acrílico. Atualmente, na realização desta prática, a peça pode ficar em estado estável não havendo reintegração da lacuna, pode ser executada uma neutralização cromática e pode-se usar a técnica do pontilhismo ou, simplesmente, executar uma reintegração mimética (Mariz, 2014).

### 2.2.2. Principais causas de intervenção

Durante o processo de cozedura dos materiais cerâmicos ocorrem diversos fenómenos químicos e físicos, como a libertação de dióxido de carbono dos carbonatos com formação de óxidos e/ou a fusão de silicatos e alumino silicatos na combinação de produtos (Companhia Europeia Industrial de Louça, 2016). Para além das reações que ocorrem no vidrado, é importante considerar a interação entre o azulejo e o suporte de aplicação, onde inevitavelmente há que ter em conta as condições atmosféricas (humidade, radiação solar, agentes biológicos, entre outros...) a que estão sujeitos, que podem induzir a um processo de degradação gradual do azulejo (Mariz, 2014).

Existem assim distintas causas que levam à intervenção do património azulejar, umas intrínsecas ao processo de cozedura e outras que ocorrem durante a sua exposição nas fachadas. Seguidamente apresentam-se, sumariamente, os principais defeitos em azulejos (Figura 8).



Figura 8 - Esquema representativo das principais causas para a intervenção em azulejos.

O amarelecimento é característico pela presença de zonas mais amareladas em zonas do azulejo, sendo que o seu aparecimento se deve aos sais de ferro pois durante a cozedura pode ter havido extensão da fase oxidante devido a problemas ao controlo das condições de temperatura e humidade. Relativamente à perda de brilho, várias condicionantes podem estar relacionadas, como por exemplo a absorção de constituintes mais fusíveis pelo vidrado durante o processo de cozedura (Companhia Europeia Industrial de Louça, 2016), o desgaste por riscos e abrasão e a exposição solar, durante o período útil de vida (Mariz, 2014).

No que respeita os sintomas da casca de ovo e dos cordões, estes ocorrem quando a cozedura se dá a uma temperatura demasiado baixa. A casca de ovo caracteriza-se pelo aspeto embaciado e rugoso da superfície e os cordões são o resultado da aplicação das camadas de vidrado com espessuras distintas, que são perceptíveis à vista desarmada. Neste grupo de anomalias, a ausência de vidrado é das mais frequentes. Trata-se de uma anomalia que pode ocorrer ao longo das arestas dos azulejos e em zonas interiores do mesmo. Quando ocorre nas arestas deve-se a esforços de compressão devido ao assentamento diferencial, às expansões térmica e hídrica, à cristalização ou hidratação de sais em zonas perto das juntas ou a restauro inadequado. Em zonas interiores do azulejo, os defeitos podem ser derivados do processo de fabrico, de choques violentos e pontuais ou de cristalização ou hidratação de sais ou água (Mariz, 2014).

A diferença entre coeficiente de dilatação do material e do vidrado, durante o processo de fabrico, pode ser causadora de fissuras no conjunto. Esta anomalia resulta do facto do

coeficiente de dilatação ser inferior ao do vidrado (Mariz, 2014). Deste modo, pode-se concluir que pode existir, entre o vidrado e o corpo cerâmico, expansibilidades térmicas incompatíveis (LNEC, 2011).

Os picos e as bolhas manifestam-se devido a presença de impurezas, a ar incluso na suspensão do vidrado e à presença de sulfatos e carbonatos (Companhia Europeia Industrial de Louça, 2016), sendo que estes sintomas devem-se principalmente à viscosidade do vidrado, que não permite que estas atinjam a superfície durante a cozedura (Coentro, 2010).

No decorrer da presente dissertação, serão detalhadas as anomalias mais visíveis nas amostras de azulejos em estudo, uma vez que as mesmas irão condicionar inevitavelmente os resultados obtidos nos ensaios.



# *Capítulo 3*

---

*Colmatação de lacunas*



## Capítulo 3. Colmatação de lacunas

### 3.1. Considerações gerais

De modo a visar a conservação ou restauro de cerâmicos deve-se começar por identificar de forma correta o problema e as suas causas, para que a(s) técnica(s) aplicada(s) seja(m) a(s) mais adequada(s), seguindo critérios que devem ser respeitados aquando alguma intervenção. Muitos defeitos já são provenientes de fabrico, enquanto as anomalias visíveis em azulejos vão ocorrendo devido a distintos fatores, inerentes ao meio em que se inserem os bens. Existem, assim, diversas técnicas de intervenção que se devem gerir de acordo com critérios, metodologias e objetivos adequadas a cada situação e aplicadas de acordo com a sua gravidade, estando deste modo a atuar face às distintas exigências do material.

No presente capítulo, serão apresentados métodos criteriosos na aplicação de intervenções, no que diz respeito à definição e seleção de técnicas e materiais a serem utilizados.

### 3.2. Critérios de intervenção

Usualmente, entende-se por restauro as atividades que se vão desenvolvendo como continuidade da conservação dos meios físicos em que se encontram inseridas, culminando na sua recriação da imagem artística e na sua reintegração. Neste processo, cabe identificar valores intrínsecos a cada tipologia de azulejo, tendo em conta em que medida os métodos teóricos antigos se podem contemplar na atualidade (Almeida, 2011).

Assim, citando Cesare Brandi (1906-1988), *“O restauro constitui o momento metodológico do reconhecimento da obra de arte na sua consistência física e na dupla polaridade estético-histórica, tendo em vista a sua transmissão ao futuro”* e, tendo por base, diferentes regras implícitas nas cartas de restauro, das quais são emblemáticas a *Carta de Atenas (1931)*, a *Carta de Veneza (1964)*, a *Carta Italiana do restauro (1972)* e a *Carta de Cracóvia (2000)*, em que a última tem implícito o valor da *Carta de Veneza*, seguindo os seus objetivos.

Estas cartas constituem princípios básicos de preservação que permitiram o desenvolvimento de documentos internacionais, por entidades como ICOM e UNESCO, enaltecendo a importância do restauro e da conservação no que respeita à antiguidade e à autenticidade do património edificado (art. 9º, *Carta de Veneza*), devendo ser a conservação um processo permanente (art. 4º, *Carta de Veneza*).

Segundo a “*Carta de Atenas*” (ponto VII) e a “*Carta Italiana do Restauro*” (art. 2º), ainda é importante ter em consideração a questão ambiental na construção e restauro de edifícios, em que se garanta a salvaguarda de jardins e parques, sendo o ambiente alvo de cuidados peculiares (Kadluczka, Cristinelli e Zádor).

Portanto, de toda a discussão que se centra na área de conservação e restauro, não se pode deixar de considerar que o valor dos bens patrimoniais está de acordo com a história, estética, economia e cultura que estes validam. A intervenção em bens com valor histórico deve garantir o cumprimento de uma série de regras éticas que respeitem a estética do objeto, a sua materialidade e a respetiva história, considerando o estado de conservação e as condições nas quais se encontra inserido. Por conseguinte, existe um leque de exigências que funcionam como requisitos, como se pode ver na Figura 9, quando se pretende aplicar a ética na intervenção (Mariz, 2014).

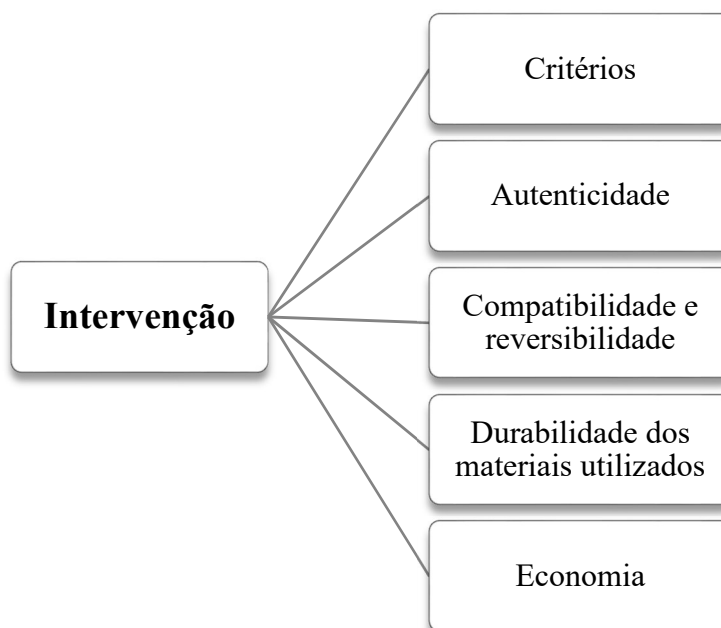


Figura 9 - Principais exigências na intervenção em azulejos (Mariz, 2014).

### 3.3. Principais técnicas e metodologias

Na Tabela 2 são apresentadas diferentes formas de intervenção, que se podem aplicar de acordo com a(s) anomalia(s) que o azulejo apresenta. Desde à simples limpeza do azulejo a uma lacuna com grandes dimensões, são várias as técnicas e métodos que permitem a reintegração do elemento (Triães, 2008).



É de notar, que antes de qualquer tipo de intervenção, é essencial o registo fotográfico fazendo também uma descrição do seu estado. Esta fase é muito pertinente, uma vez que torna mais fácil de organizar detalhadamente todo o processo interventivo.

Tabela 2 - Principais intervenções e suas metodologias (Triães, 2008).

<b>Intervenção</b>	<b>Metodologia</b>
<b>Limpeza facial do azulejo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dessalinização (remoção de sais solúveis)</b></li> <li>• <b>Limpeza de colas envelhecidas (de preferência com água destilada)</b></li> <li>• <b>Limpeza de concreções</b></li> </ul>	<p>A limpeza da cerâmica passa pela remoção de matéria estranha ao azulejo que não seja considerada como uma intervenção de restauro. Este processo visa a proteção da superfície para se iniciar o processo de restauração do cerâmico.</p> <p>Se o azulejo apresentar apenas algumas poeiras, apenas se torna necessário passar um pano seco e macio. Quando apresenta restos de cola ou fitas adesivas passar um pano húmido com água morna.</p>
<b>Faceamento (quando os azulejos se encontram em risco de destacamento)</b>	<p>Processo eficaz, que consiste na aplicação de um material resistente (adesivo) sobre os azulejos, com a ajuda de uma cola que mais tarde possa ser retirado sem causar danos.</p> <p>Deve ser aplicado um material, como uma gaze (ou outro) e o adesivo pincelado sobre a superfície.</p>
<b>Colagem de fragmentos cerâmicos</b>	<p>As fraturas e fissuras nos azulejos podem ser simples ou múltiplas e ocorrem, por exemplo, devido à dinâmica da própria estrutura. Assim, este processo permite devolver a forma e aspeto original bem como evitar a perda de fragmentos.</p>
<b>Consolidação do suporte estrutural (geral ou pontual)</b>	<p>De acordo com o grau de degradação do suporte, é necessária uma medida duradoura de conservação: a consolidação. Neste processo é usado um consolidante no interior do material do suporte que permita melhorar a sua coesão material quer ao nível do material cerâmico como de interfaces (cerâmica/vidro).</p>
<b>Preenchimento de lacunas</b>	<p>Ocorre quando um cerâmico sofre um choque mecânico violento e resulta em quebra do material, ocorrendo sempre alguma perda do mesmo na zona de impacto e de fratura, havendo assim necessidade de restauro através do preenchimento.</p> <p>A escolha do tipo de preenchimento está condicionada pelo tipo de material (principalmente: opacidade, transparência, brilho).</p>
<b>Reintegração volumétrica e cromática</b>	<p>Tratando-se de lacunas com grandes dimensões, perdendo o vidrado a sua forma, deve-se recorrer à sua reconstituição volumétrica, colmatando a ausência de vidrado. A reintegração cromática pretende eliminar o efeito contrastante dos</p>

Intervenção	Metodologia
	materiais de preenchimento, integrando-os cromaticamente.
<b>Polimento</b>	No processo de preenchimento é muito importante retirar excessos e polir a superfície para que esta fique uniforme, colmatando as suas irregularidades.

A presente dissertação incidir-se-á na colagem de fragmentos cerâmicos, preenchimento de lacunas e reintegração volumétrica do elemento azulejar, estudando diversos produtos à base de polímeros bem como de geopolímeros, no processo de colmatação de lacunas de distintas amostras.

### 3.3.1. Colagem de fragmentos cerâmicos

Muitas vezes, o azulejo sofre determinados choques que causam pequenas fissuras, ou no vidrado ou no tardo, mas há casos em que ocorre desfragmentação do material cerâmico, como se pode observar na Figura 10. No último caso, a técnica passa pela colagem do material desintegrado, de modo a ele ficar com a sua forma original.

Neste contexto, a colagem de fragmentos cerâmicos será executada nas amostras em estudo, testando diferentes produtos.



Figura 10 - Exemplo de colagem de fragmentos cerâmicos.

### 3.3.2. Preenchimento de lacunas

As lacunas em azulejos são formadas pela perda de vidrado, com ou sem perda de material cerâmico (Figura 11 e Figura 12). Existem diversas soluções para combater estas anomalias, que incluem a utilização de ligantes orgânicos ou inorgânicos, em conjunto com um agregado/carga (Mariz, 2014), reintegrando o material.

Os ligantes inorgânicos mais utilizados são cal aérea e cal hidráulica e no uso de materiais orgânicos há várias resinas que são aplicadas, tais como resinas acrílicas, resinas vinílicas, poliésteres e resinas epoxídicas. Pelo facto de ter baixa viscosidade, alguns ligantes são misturados em conjunto com um agregado para formar uma pasta. As pastas são geralmente aplicadas com uma espátula e, posteriormente, usam-se papéis abrasivos ou panos para se proceder ao alisamento.

Os agregados utilizados podem ser de uma grande variedade de materiais, tais como areia fina, pó de sílica, microesferas de vidro, entre outros (Pereira et al, 2012).



Figura 11 - Exemplo de preenchimento cerâmico sem perda de material (Pereira, Esteves, Rodrigues e Mimoso, 2012).



Figura 12 - Exemplo de preenchimento cerâmico com perda de material.

### 3.3.3. Reintegração volumétrica

A reintegração volumétrica pode ser executada com materiais orgânicos, inorgânicos e cerâmicos. Este método de preenchimento do vidrado (Figura 13), deve ter em conta o local que servirá de suporte, mas normalmente a técnica exige durabilidade dos materiais utilizados, sendo particularmente relevante quando os materiais estão expostos a agentes de degradação cíclicos de magnitude relevante, contexto de exterior, nomeadamente. Em

contexto de aplicação controlado, esta situação não é tão significativa. Assim, dadas as exigências a nível da seleção de materiais, os escolhidos são normalmente os epóxidos, poliésteres e compostos à base de carbonato de cálcio. Os materiais cerâmicos são dispensados, todavia poderá ser usado em situações extremas, devido à dificuldade de reintegração do volume de outra maneira. Também, são dispensados materiais como o gesso que não possuem durabilidade, propriedade essencial no processo de aplicação deste método de restauro, particularmente quando a peça está aplicada em situações de presença de humidade (Rodrigues e Mimoso, 2015; Mariz, 2014).

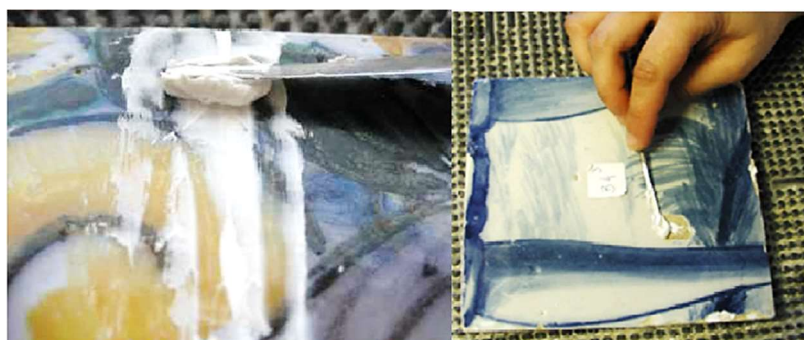


Figura 13 - Exemplo de reintegração volumétrica (Rodrigues e Mimoso, 2015).

Deste modo, estas técnicas de intervenção em restauro, testaram-se a nível de ensaios laboratoriais com materiais orgânicos (polímeros) e inorgânicos (geopolímeros).

### **3.4. Principais materiais poliméricos utilizados**

Atualmente, são distinguidas três principais categorias de polímeros: os termoplásticos, os termoendurecíveis e os elastómeros, tendo os mesmos comportamentos distintos entre si (Esgalhado e Rocha, 2002). Os materiais poliméricos a usar em todo este processo serão diversas resinas, tais como: resinas epoxídicas, resina acrílica e resina poliéster.

Será estudada uma combinação entre resinas orgânicas e gesso sintético. Estas soluções recorrentes no preenchimento volumétrico de lacunas serão confrontadas com a utilização de um geopolímero, formulado para a mesma funcionalidade. Nos ensaios laboratoriais realizados, serão estudados concretamente materiais como: Eposurf 2 (resina epóxi) Sintolit (resina poliéster), Icosit K101N (resina epóxi), Pasta de Darwin (resina sintética), Pro-Fill (resina) poliéster, Wood Filler (resina acrílica) e Paraloid B-72 (resina acrílica).

### 3.4.1. Resina epóxi

Um tipo de material a utilizar é a resina epóxi (EP). Este material é termoendurecível, isto é, formado por longas cadeias de moléculas fortemente interligadas que quando são processados reagem numa massa havendo formação de um corpo estável pela adição de determinados agentes químicos e, assim sendo, não podem ser amolecidos, isto é, não podem ser processados de novo. Apresentam-se como rígidos mas frágeis (Esgalhado e Rocha, 2002).

Os epóxidos são sintetizados a partir de um difenol, geralmente o bisfenol e da epicloridrina do glicol, como mostra a Figura 14. Podem ser curados com endurecedores adequados, podendo ser aminas, poliamidas ou anidridos de ácidos ou ésteres (Davim, 1998). As propriedades destas resinas dependem do tipo de endurecedor, da temperatura e do programa de cura. Apresentam excelentes propriedades mecânicas e químicas, baixa absorção de água, resistência a agentes atmosféricos, estabilidade dimensional, baixa contração, boa resistência à temperatura e excelentes propriedades de adesão (Esgalhado e Rocha, 2002).

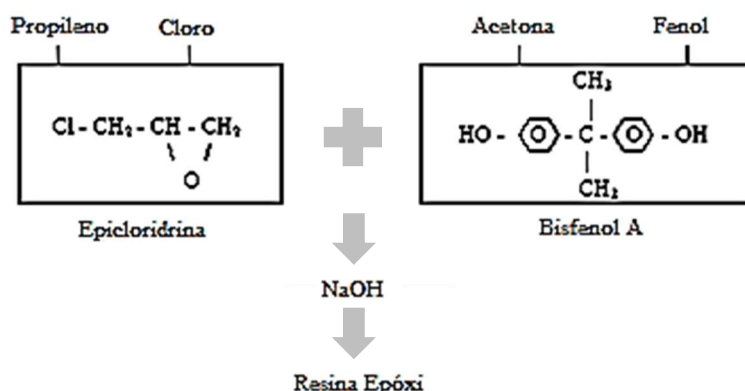


Figura 14 - Reação de produção da resina epóxi (Davim, 1998).

### 3.4.2. Resina poliéster

A resina poliéster (UP) possui grupos éster como elementos fulcrais nas suas cadeias moleculares. A reação de condensação de um diol com um diácido, dependendo do tipo do ácido empregado, é que origina o poliéster, conforme mostra a Figura 15 (Cavalcanti, 2006). Há assim, o processo de reticulação por peróxidos orgânicos, sendo acelerada por um aumento da temperatura, seja de forma espontânea ou através de aceleradores (Davim, 1998).

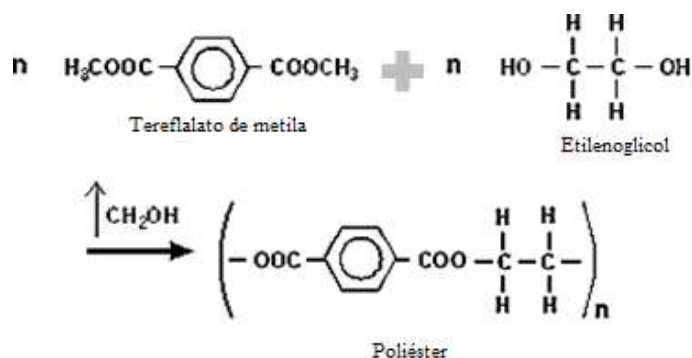


Figura 15 - Reação de produção de poliéster (“Polímeros de condensação”, 2016).

As resinas poliéster apresentam boa resistência química e boas propriedades elétricas (Davim, 1998). Também, apresentam uma boa resistência à corrosão e à humidade, baixa combustibilidade e alto nível de absorção (Esgalhado e Rocha, 2002).

Existem dois tipos de poliéster, os saturados e os insaturados (Cavalcanti, 2006). Os poliésteres saturados são obtidos pela reação entre um diol e um diácido saturado, formando um produto termoplástico, em que a cadeia molecular é composta por ligações simples entre átomos de carbono, sendo a sua estrutura reversível (Cavalcanti, 2006). Os poliésteres insaturados são obtidos a partir de diácidos insaturados, resultando num produto termofixo, cuja cadeia molecular é composta por ligações simples e duplas entre os átomos de carbono (Cavalcanti, 2006). De seguida, ocorre a dissolução e estabilização do poliéster num manómero, ocorrendo depois a copolimerização entre os mesmos, havendo o processo de reticulação (Esgalhado e Rocha, 2002).

No desenvolvimento da presente dissertação, será dada ênfase aos poliésteres insaturados, que são constituintes dos materiais usados no processo de colmatação de lacunas dos azulejos antigos em estudo.

### 3.4.3. Gesso sintético com resina orgânica

O gesso é um material muito usado com outros compostos, devido à sua alta compatibilidade mecânica, alcançando propriedades ideais (Candido e Bertozzi, 2007).

Sendo um material de construção dos mais antigos que se conhecem, tem propriedades vantajosas como resistência ao fogo, isolamento térmico e isolamento acústico. Todavia, aliado à incorporação de outros compósitos otimizados, melhora as suas propriedades mecânicas como o aumento da resistência à flexão e tração, assim como, o seu desempenho em relação à água (Oliveira, 2009).

Deste modo, pretende-se usar nas intervenções a realizar em laboratório compósitos à base de gesso com aditivos de resina orgânica, para otimizar as suas propriedades físicas e mecânicas, analisando o seu comportamento na peça estrutural.

#### 3.4.4. Polietileno

O polietileno (PE) obtém-se através da polimerização do etileno (Figura 16), apresentando-se como um polímero parcialmente cristalino e flexível. As condições de pressão e temperatura em que se forma influenciam as suas propriedades, variando o tamanho e o peso da cadeia (Coutinho, Mello e Santa Maria, 2003).

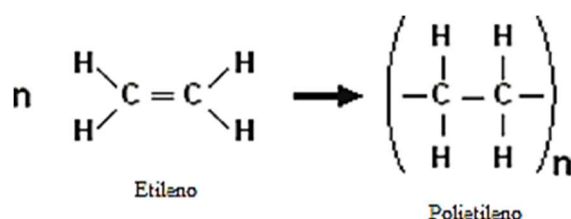


Figura 16 - Reação de polimerização do polietileno, em que n representa um valor de acordo com a concentração (“As reações de polimerização-Polímeros de adição,” 2016).

Quando a reação ocorre a altas temperaturas, produz-se um polietileno de baixa densidade (PEBD), enquanto quando ocorre a baixas temperaturas, obtém-se um polietileno de alta densidade (PEAD) (Esgalhado e Rocha, 2002).

Deste modo, existem distintos tipos de polietileno como se pode observar seguidamente, na Figura 17.

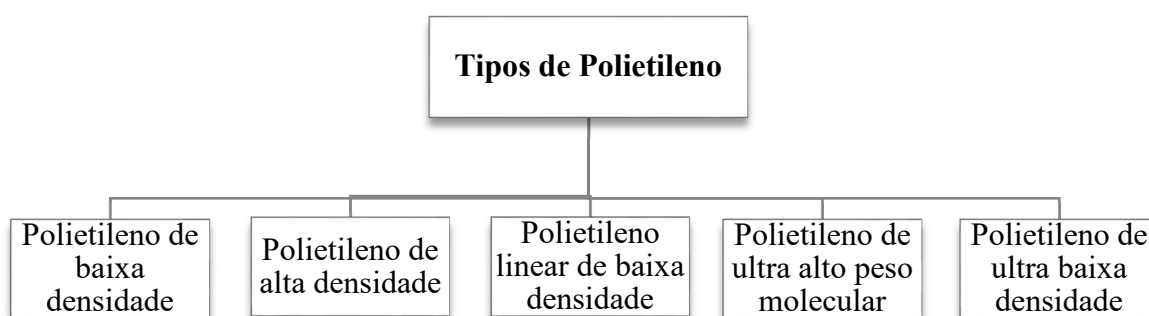


Figura 17 - Tipos de polietileno (Esgalhado e Rocha, 2002).

O polietileno é um material com boas propriedades mecânicas, que não se relacionam com a ordem de cristalinidade e do grau de polimerização. Apresenta-se, também, como um material com boa resistência ao choque, boa inércia química, mas resistência limitada à temperatura e sensibilidade à fissuração. Ainda, tem poder de isolamento e apresenta-se

como permeável a diversos gases, como por exemplo o dióxido de carbono, o oxigénio, o azoto e o vapor de água (Esgalhado e Rocha, 2002).

### 3.5. Principais materiais geopoliméricos utilizados

O termo “geopolímero” surgiu em 1978, quando Joseph Davidovits desenvolveu e patenteou ligantes resultantes da ativação alcalina de caulino e metacaulino, devido à crescente necessidade de alcançar produtos mais credíveis que o cimento de Portland (Martins, 2012).

Os geopolímeros são materiais inorgânicos produzidos por uma reação de geopolimerização de aluminossilicatos, que por sua vez se trata de um mineral de argila desidroxilada. Em geral, os geopolímeros obtidos estão próximos de uma rede tridimensional, sendo um precursor muito importante o metacaulino, composto essencialmente por alumínio. Neste estudo serão utilizados argical metacaulino 1000 S e argical metacaulino 1200 S.

Apesar do geopolímero ser ainda um produto pouco usual, estes materiais, a nível da cerâmica, mostram algumas das melhores propriedades à base de cimento, possuindo propriedades como o bom desempenho mecânico, ótima aderência para agregar, boa resistência, baixa permeabilidade, baixa difusão do cloreto, resistência ao gelo-degelo e, ainda, se apresentam como materiais não-inflamáveis. Estas características podem ainda ser melhoradas, quando se combinam com outros compostos, aditivos, que vão fortalecer os materiais geopoliméricos (Figura 18) (Tamburini *et al.*, 2013).

Atualmente, existem três sistemas básicos de geopolímeros: à base de cal aérea e cal hidráulica, de metacaulino de escória e de cinzas.

Os geopolímeros apresentam-se em quatro classes distintas:

- Polissiloxo e derivados;
- Polissialato e derivados;
- Polifosfato e derivados;
- Geopolímero organo-mineral.



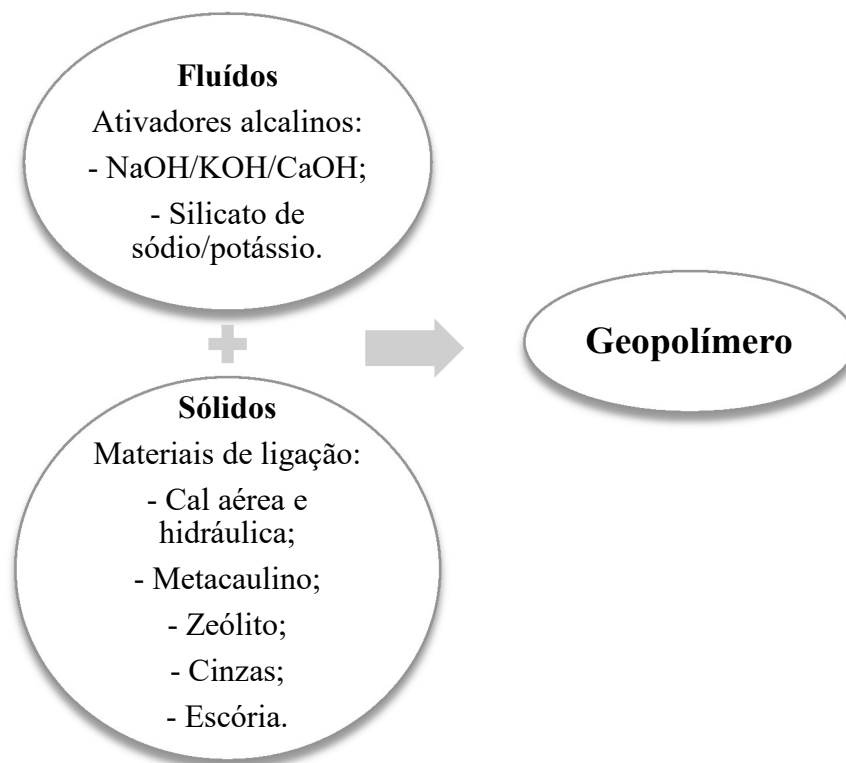


Figura 18 - Produção de geopolímeros.

### 3.5.1. Aditivos

Com a necessidade de melhorar características específicas de alguns produtos, dá-se início ao desenvolvimento de aditivos, com a civilização romana. Os aditivos designam toda a substância que se adiciona em quantidade superior a 5% da massa do ligante e quando utilizada em quantidade inferior a 5 %, não tenha qualquer ação no estado fluido ou no estado sólido (Paulo, 2006).

Os principais tipos de aditivos existentes são (Carvalho, 2014):

- Cargas (fillers) minerais;
- Pigmentos orgânicos;
- Materiais pozolânicos naturais;
- Cinzas volantes (central térmica);
- Sílica de fumo;
- Escórias;
- Etc.

Por conseguinte, em alguns produtos poliméricos e geopoliméricos, foram utilizados alguns aditivos, de modo a melhorar a performance do produto em uso.

### **3.5.2. Ativadores alcalinos**

Os materiais ativos alcalinamente são obtidos a partir da utilização de precursores, que apresentam como principais constituintes o silício e alumínio ( $\text{Si} + \text{Al}$ ), em ambientes altamente alcalinos. As reações químicas produzem então o geopolímero, com propriedades cimentícias (Bezerra, Costa, Vitorino, Menezes e Neves, 2013). Neste contexto, o estudo tem incidência no NaOH, CaOH e cinzas volantes como ativadores alcalinos das soluções preparadas.

Relativamente às cinzas podem ser oriundas da casca de arroz, da cana de açúcar (Velosa, 2006) e, neste caso, da queima de cortiça. Sendo este último, um processo ainda pouco usual em Portugal, pretende-se enaltecer a importância do uso destes resíduos na geopolimerização.

### **3.5.3. Materiais de ligação**

Os materiais de ligação geopoliméricos apresentam-se como um produto inovador alternativo ao cimento Portland, quer em termos ambientais, devido às suas baixas emissões, quer ao facto da possibilidade de serem produzidos através de resíduos e quer mesmo em termos da sua evidente superior durabilidade (Martins, 2012). Neste contexto, a presente dissertação tem incidência no metacaulino e no zeólito como objeto de estudo.

A designação caulino deriva da palavra chinesa Kau-ling significando alta cordilheira, que designa o local de onde era extraído este material. No decorrer do tempo, foi sendo utilizado em diversas aplicações, como a cerâmica e as indústrias do papel e da borracha (Velosa, 2006). Assim, origina-se o metacaulino como produto de calcinação do caulino, a partir da cozedura do material caulinítico, mais ou menos puro, à temperatura adequada.

Relativamente aos zeólitos, estes pertencem à classe de minerais, em que a descoberta foi publicada em 1756, pelo mineralogista sueco Crönsted. A conjugação das palavras gregas Zeo (“ferver”) e Lithos (pedra ou rocha) resultou na denominação de zeólito, tendo por base o fenómeno que originou este mineral. O mineralogista concluiu que a estilbite (um mineral) libertava água quando aquecida de uma forma tão robusta, parecendo estar a ferver (Figueiredo, 2007).

# *Capítulo 4*

---

*Métodos de ensaio e materiais  
utilizados*



## Capítulo 4. Métodos de ensaio e materiais utilizados

### 4.1. Considerações gerais

Este capítulo dedica-se à apresentação das características das distintas amostras de azulejos, à descrição dos diferentes produtos, bem como à metodologia e procedimentos realizados ao longo do trabalho experimental.

### 4.2. Descrição das amostras em estudo

No presente subcapítulo começou-se por se proceder à caracterização de cada amostra de azulejo, para uma devida identificação das mesmas no decorrer dos ensaios. Esta caracterização encontra-se no anexo A, secção A.1., onde se indica o local de aplicação, o ano e as dimensões de cada amostra. Também, é feita a referência ao local de fabrico das amostras (Figura 19), que remete para o século XIX uma vez que as fábricas referenciadas surgiram por essa mesma altura, sendo as mesmas a Fábrica das Devesas (Gaia, 1865), a Fábrica da Fonte Nova (Aveiro, 1882) e a Fábrica Santos Mártires (Aveiro, 1905).

A Fábrica das Devesas destacou-se pelo uso da técnica a estampilha no processo de pintura de azulejo, a Fábrica da Fonte Nova produziu para além de azulejos estampilhados, painéis decorativos (Valente, 2008) e, por último, a Fábrica Santos Mártires dedicou-se inicialmente ao fabrico de louça doméstica seguindo-se a produção do azulejo de fachada semi-industrial, em que predominava a criatividade da gama cromática (Sarrico, 2009).

Por conseguinte, caracterizaram-se quimicamente todos os produtos a utilizar, destacando-se todas as suas propriedades, com base nas fichas técnicas que se apresentam no anexo A, na secção A.2.



Figura 19 - Tardoz referente à produção de cada fábrica de Devesas, da Fonte Nova e de Santos Mártires, respetivamente.

Na Tabela 3, distinguem-se as amostras a analisar em cada ensaio.

Tabela 3 - Amostras de azulejos e materiais usados em cada ensaio.

<b>Ensaio laboratorial</b>	<b>Designação dos azulejos (Anexo A.1.)</b>	<b>Designação dos produtos (Anexo A.2.)</b>
<b>Absorção de água por capilaridade</b>	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N	PROFILL WOOD FILLER EPOSURF 2 PASTA DE DARWIN GEOPOLÍMERO MKZL
<b>Permeabilidade ao vapor de água</b>	B2, B3, B4, E2, E3, E4, H3, H4, K3, K5, L1, L2	PROFILL WOOD FILLER EPOSURF 2 PASTA DE DARWIN
<b>Envelhecimento artificial acelerado e resistência à tração</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, MKZL	PROFILL SINTOLIT ICOSIT PARALOID B72+ACETONA PARALOID B72+SILICA PIROGENICA PARALOID+A120/200 GEOPOLÍMERO MKZL
<b>Resistência à compressão</b>	MKZL, MK1000, MK1000C	GEOPOLÍMEROS

#### 4.2.1. Amostras de azulejos

Os azulejos submetidos aos ensaios apresentam-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Identificação dos azulejos em estudo.

<b>Amostras</b>	<b>Referências</b>
<b>A</b>	A1, A2
<b>B</b>	B1, B2, B3, B4
<b>C</b>	C1, C2, C3, C4
<b>D</b>	D1, D2, D3, D4
<b>E</b>	E1, E2, E3, E4, E5
<b>F</b>	F1, F2, F3, F4, F5
<b>G</b>	G1, G2, G3, G4
<b>H</b>	H1, H2, H3, H4
<b>I</b>	I1, I2, I3, I4, I5
<b>J</b>	J1, J2, J3
<b>K</b>	K1, K2, K3, K4, K5
<b>L</b>	L1, L2, L3, L4, L5

Amostras	Referências
M	M1, M2, M3, M4
N	N1, N2, N3, N4
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-

No anexo A, secção A.1., apresenta-se o registo fotográfico de cada amostra bem como a sua descrição. Esta última, baseia-se na referência atribuída a cada peça azulejar, bem como o seu fabricante, as suas dimensões, características do tardo, entre outras particularidades consideradas pertinentes neste estudo. Foi, deste modo, desenvolvida uma ficha de catalogação de cada amostra, para que estas fossem facilmente identificáveis e comparáveis.

#### 4.2.2. Amostras dos produtos utilizados no restauro dos azulejos

Relativamente aos materiais, caracterizou-se quimicamente os diferentes tipos de materiais a utilizar, procedendo-se posteriormente à sua preparação e aplicação.

Como já referido na secção 3.3., os produtos utilizados na realização dos ensaios laboratoriais serão:

- EPOSURF 2
- SINTOLIT
- ICOSIT K101N
- PASTA DE DARWIN
- PRO-FILL
- WOOD FILLER
- PARALOID B-72
- GEOPOLÍMERO-MKZL
- GEOPOLÍMERO-MK1000
- GEOPOLÍMERO-MK1000C

No anexo A, secção A.2., encontram-se as fichas técnicas de cada produto, que facilitaram a realização deste trabalho.

#### 4.2.2.1. EPOSURF 2

O EPOSURF 2 é uma resina epóxi que é utilizada sempre que se pretende obter transparência e, também, resistência aos UV. As principais características deste produto são a sua multifuncionalidade, fácil utilização, baixa viscosidade, boa transparência e a estabilidade dimensional que apresenta. Seguidamente, nas Tabela 5 e Tabela 6, apresentam-se a sua caracterização, bem como as suas propriedades químicas.

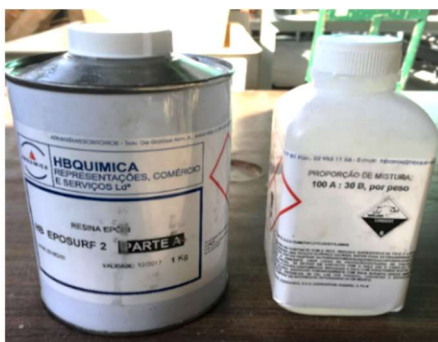


Figura 20 - EPOSURF 2.

- **Caracterização do produto – RESINA EPOSURF+ENDURECEDOR**

Tabela 5 - Caracterização do EPOSURF 2 (Química, 2016).

Características da mistura	Proporção da mistura (g)	Viscosidade (mPa.s)	Tempo de vida útil	Viscosidade (mPa.s)	Tempo para desmoldagem
Resina Eposurf 2 (PARTE A)	100	1300	25°C		
+			22		
Endurecedor Eposurf 2 (PARTE B)	30	50	Minutos	600	12 Horas

- **Propriedades físicas e químicas**

Tabela 6 - Propriedade físicas e químicas do EPOSURF 2.

Aspetto e cor	Líquido incolor
Odor	Amoniacal
Ponto de fusão	n.d.
Ponto de ebulição	n.d.



<b>Ponto de ignição</b>	>200°C
<b>Propriedades explosivas</b>	>100°C
<b>Propriedades de combustão</b>	n.d.
<b>Pressão do vapor</b>	n.d.
<b>Densidade relativa ASTM D 1475</b>	0,95 gr/ml (25°C)
<b>Solubilidade na água</b>	Solúvel
<b>Lipossolubilidade</b>	n.d.
<b>Coefficiente de partição</b>	n.d.
<b>Viscosidade dinâmica</b>	40 – 80 mPa.s (25°C)
<b>Densidade do Vapor</b>	n.d.

#### 4.2.2.2. SINTOLIT

A SINTOLIT é um produto constituído por dois componentes, a resina poliéster e o endurecedor. Trata-se de uma mistura caracterizada por endurecer rapidamente, sendo possuidora de uma forte adesão. Nas Tabela 7 e Tabela 8 encontram-se as características principais da SINTOLIT e as suas propriedades.



Figura 21 - SINTOLIT.

- **Caracterização do produto**

Tabela 7 - Caracterização da Sintolit (Bandini, 2016).

<b>Características da mistura</b>	<b>Proporção da mistura (%)</b>	<b>Cor</b>	<b>Código do produto</b>	<b>Peso (ml)</b>
<b>SINTOLIT</b>	100			
<b>+</b>				
<b>Endurecedor</b>	2-3	Branco	Sintolit dal 1953	500

- **Propriedades físicas e químicas**

Tabela 8 - Propriedades físicas e químicas da Sintolit (Bandini, 2016).

<b>Tempo de cura</b>	30 - 60 minutos
<b>Tempo aberto da mistura</b>	3 - 5 minutos
<b>Temperatura de aplicação</b>	+5°C a +50°C
<b>Temperatura resistente</b>	-5°C a +100°C

#### 4.2.2.3. ICOSIT K101N

Trata-se de um ligante à base de resinas de epóxi especiais, isento de solventes, com boa resistência química e mecânica, sendo fisiologicamente inofensivo após endurecimento. É um ligante estrutural que cumpre os requisitos da norma NP EN 1504-4, com dois componentes, parte A e parte B (Sika, 2011), conforme a Figura 22. A caracterização e as propriedades da presente amostra encontram-se nas Tabela 9 e Tabela 10.



Figura 22 - ICOSIT K101N.

- **Caracterização do produto**

Tabela 9 - Caracterização da ICOSIT K101N (Sika, 2011).

<b>Características da mistura</b>	<b>Proporção da mistura</b>	<b>Massa volúmica (kg/dm<sup>3</sup>)</b>	<b>Tempo de vida útil</b>	<b>Mistura</b>
<b>COMP. A + COMP. B</b>	Comp. A:Comp. B 79:21 (Partes em peso)	Aprox. 1,61	15°C 45 Minutos	Homogeneizar cada um dos componentes, adicionando todo o componente B ao componente A. Misturar durante pelo menos 3 minutos, até o material apresentar uma cor uniforme.
			20°C 30 Minutos	
		Aprox. 1,00	25°C 15 Minutos	

- **Propriedades físicas e químicas**

Tabela 10 - Propriedades físicas e químicas da ICOSIT K101N (Sika, 2011).

<b>Aspetto e cor</b>	Cinza claro. (Quando exposto a radiação UV, a película pode amarelecer superficialmente)
<b>Tensão de aderência</b>	Aprox. 3 N/mm <sup>2</sup> , aos 28 dias (rutura coesiva no betão)
<b>Módulo de elasticidade em flexão</b>	≥ 2000 N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidade em compressão</b>	≥ 2000 N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistência ao corte</b>	≥ 6 N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistência química</b>	Resiste a diversos agentes químicos
<b>Resistência térmica</b>	Resiste a calor seco até aprox.: 100°C Resiste a água quente até aprox.: 40°C

#### 4.2.2.4. PASTA DE DARWIN

A PASTA DE DARWIN é uma pasta mineral, de modelar, que seca ao ar sem cozer com textura fina e homogénea, fácil de alisar. Não necessita de adição de água para dissolução, sendo um material que desempenha um bom comportamento quando adicionado a outro, funcionando como aditivo. Aplica-se sobre diferentes suportes madeira, cartão, terracota. Fácil de decorar com tintas a base de água, tintas acrílicas e/ou verniz (*Pasta de Darwin*, 2016).

- **Caracterização do produto**

Tabela 11 - Caracterização da PASTA DE DARWIN (Pasta de Darwin, 2016).

<b>Cor</b>	<b>Código do Produto</b>	<b>Peso (kg)</b>
Branca	407410	1

#### 4.2.2.5. PRO-FILL

O PROFILL é um material de enchimento universal de alta performance, que se divide em duas partes (Figura 23). Consiste numa pasta de poliéster cinza, com um peróxido de benzoíla endurecedor. Este material, quando curado, forma uma forte massa dura, que oferece uma excelente resistência à abrasão e durabilidade. Relativamente à aplicação, é adequado para o uso em madeira, cofragens metálicas e betão (Grey *et al.*, 2016). Na Tabela 12 e na Tabela 13, apresentam-se a caracterização do produto e as suas propriedades físicas e químicas, respetivamente.



Figura 23 - PRO-FILL.

- **Caracterização do produto**

Tabela 12 - Caracterização do PRO-FILL (Grey *et al.*, 2016).

Características da mistura	Proporção da mistura	Cor	Código do produto	Peso (g)
<b>PROFILL</b> + <b>Endurecedor PROFILL</b>	100% ————— 2%	Cinza claro	PROFILL5	500

- **Propriedades físicas e químicas**

Tabela 13 - Propriedades físicas e químicas do PRO-FILL (Grey *et al.*, 2016).

<b>Proporção da mistura</b>	100 / 2 (partes)
<b>Consistência</b>	Pasta estável
<b>Densidade</b>	1,95 g/cm <sup>3</sup>
<b>Tempo de cura</b>	30 minutos
<b>Tempo aberto da mistura</b>	6 minutos
<b>Força de flexão</b>	30 minutos – 20°C
<b>Dureza</b>	>80
<b>Força de compressão</b>	62 N/mm <sup>2</sup>
<b>Adesão de tração de cisalhamento (AL-AL)</b>	5,5 N/mm <sup>2</sup>

#### 4.2.2.6. WOOD FILLER

O WOOD FILLER é uma mistura de enchimento fácil de usar, ideal para o preenchimento de pequenas imperfeições (máximo 5 mm de profundidade), sobretudo na madeira. Uma vez seca, o material de enchimento deixa a superfície arenosa, que pode ser manchada, pintada, envernizada ou tingida, mesmo com nódos microporosos. O enchimento é à prova de água quando seco e, consequentemente, adequando tanto para o exterior como para aplicações interiores (Stainable *et al.*, 2016). Seguidamente, encontram-se a caracterização e as propriedades físicas e químicas do WOOD FILLER (Tabela 14 e Tabela 15).



Figura 24 – WOOD FILLER.

- **Caracterização do produto**

Tabela 14 - Caracterização do WOOD FILLER (Stainable *et al.*, 2016).

Cor	Código do produto	Peso (ml)
Branco	MPWOODWE2	250

- **Propriedades físicas e químicas**

Tabela 15 - Propriedades físicas e químicas do WOOD FILLER (Stainable *et al.*, 2016).

<b>Base</b>	Polímero acrílico de estireno
<b>Consistência</b>	Pasta estável
<b>Densidade</b>	c.a. 1,8
<b>Seco ao toque</b>	15 minutos – 20°C
<b>Tempo de vida útil</b>	2 horas – 20°C
<b>Pintura</b>	2 horas – 20°C
<b>Tempo de aplicação</b>	+5°C até +40°C
<b>Temperatura de resistência</b>	-5°C até 70°C

#### 4.2.2.7. PARALOID B-72

O PARALOID B-72 é uma resina acrílica termoplástica utilizada com frequência na área de conservação e restauro. É a única resina que tolera o etanol, propriedade que permite o seu uso em aplicações não tolerantes de solventes fortes. Dissolve-se sem dificuldade em acetona, apresentando-se como um material com baixa reatividade com sensíveis pigmentos que permitem a produção de estáveis e duráveis revestimentos, que não sofrem amarelecimento ao longo do tempo (HAAS, 2007). Com base na ficha técnica, seguidamente encontram-se, nas Tabela 16 e Tabela 17, a caracterização e as propriedades físicas e químicas do PARALOID-B72.



Figura 25 - PARALOID B-72.

- **Caracterização do produto**

Tabela 16 - Caracterização do PARALOID B-72.

<b>Cor</b>	<b>Suavidade ao tato</b>	<b>Peso (kg)</b>
Incolor	Macio	1

- **Propriedades Físicas e Químicas**

Tabela 17 - Propriedades físicas e químicas do PARALOID B-72.

<b>Forma física</b>	Granular
<b>Densidade, 25°C</b>	9,6
<b>Solubilidade</b>	9,3
<b>Temperatura (°C)</b>	40
<b>Rigidez das partículas</b>	10 para 11
<b>Composição química</b>	EMA copolímero

#### 4.2.2.8. GEOPOLÍMERO-MKZL

O geopolímero MKZL (em que MK refere-se ao metacaulino e ZL ao zeólito), foi obtido através da análise do artigo intitulado: *“The effect of natural zeolite on microstructure, mechanical and heavy metals absorption properties of metakaolin based geopolymers”*, com o objetivo de analisar o comportamento do zeólito quando usado para colmatção de lacunas. Na síntese do geopolímero, o zeólito substitui 50% do ligante metacaulino 1200, existindo a relação de 1:1 destes componentes, na preparação da mistura. A estrutura deste geopolímero consiste na estrutura de um polímero equivalente ao que apresenta o zeólito. Como ativador utilizou-se o hidróxido de sódio, aumentando o pH da solução. Seguidamente, apresenta-se a constituição da preparação do MKZL.

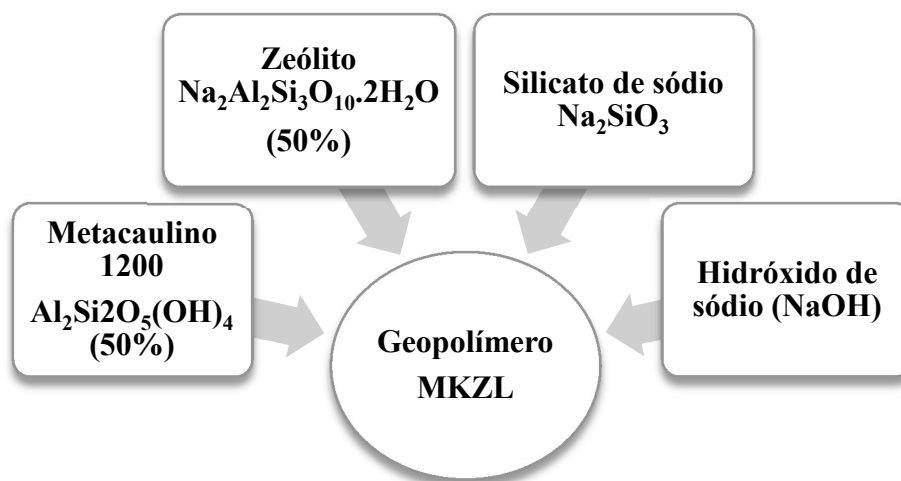


Figura 26 - Esquema representativo da constituição do geopolímero MKZL.

A função de cada um destes componentes utilizados na preparação do geopolímero MKZL apresenta-se na Tabela 18 (Andrejkovičová *et al.*, 2016).

Tabela 18 - Função dos componentes utilizados na preparação do geopolímero MKZL.

Componente	Função
Metacaulino 1200	Precursor de alumínio
Zeólito	Usado como material de preenchimento com área superficial específica elevada e na permuta catiónica
Silicato de sódio	Alta fonte de silício
Hidróxido de sódio	Ativador alcalino
Água	Solvente

Dado isto, na formulação da pasta de MKZL, procedeu-se à mistura de NaOH e Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, na relação molar 1NaOH:1Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, com metacaulino e zeólito. As massas utilizadas dos componentes do geopolímero MKZL apresentam-se na Tabela 19.

Tabela 19 - Massas dos materiais constituintes do geopolímero MKZL.

Componente	Massa (g)
Metacaulino 1200	22,5
Zeólito	22,5
Silicato de sódio	13,0
Hidróxido de sódio	13,0
Água	35,0

#### 4.2.2.9. GEOPOLÍMERO-MK1000

O geopolímero MK1000 tem por base o estudo presente na dissertação intitulada: “*Geopolymers as infill material for conservation of tiles*”, em que o principal ligante é o metacaulino 1000 e os ativadores adotados são o hidróxido de sódio e o hidróxido de cálcio. No esquema representativo seguinte, apresenta-se a constituição adotada do geopolímero MK1000.

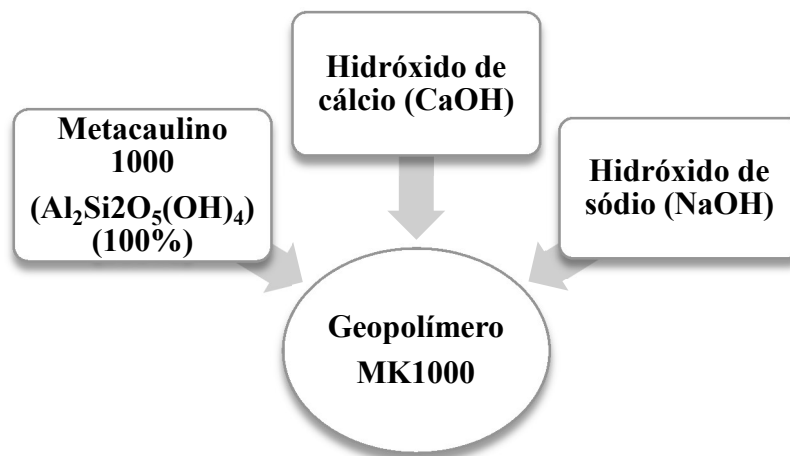


Figura 27 - Esquema representativo da constituição do geopolímero MKZL.

O presente geopolímero nasce da necessidade de testar o comportamento do metacaulino 1000, em termos comparativos ao 1200, bem como estudar como os ativadores alcalinos influenciam a consolidação de um geopolímero, quando usados em proporções diferentes, alterando o pH da solução.

Cada um destes componentes utilizados na preparação do geopolímero MK1000 apresenta uma função, que se encontra designada na Tabela 20.

Tabela 20 - Função dos componentes utilizados na preparação do geopolímero MK1000.

Componentes	Função
Metacaulino 1000	Precursor de alumínio
Hidróxido de cálcio	Ativador alcalino
Hidróxido de sódio	Ativador alcalino
Água	Solvente

Neste contexto, a formulação da pasta do MK1000 ocorre misturando-se metacaulino 1000 com uma solução alcalina NaOH, em que esta última é misturada com CaOH, nas respetivas proporções de 0,4:0,5:1 (NaOH:CaOH:Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>). Para a dissolução, deve-se adicionar água de modo a obter-se uma pasta com uma boa trabalhabilidade, sendo que o total utilizado



deve respeitar a relação 12,7:1 (H<sub>2</sub>O:MK). Com base nas massas molares ( $M$ ) de cada composto, calcularam-se as massas ( $m$ ) de cada material para formular a pasta final, através da concentração ( $n$ ). A seguinte equação relaciona estes parâmetros.

$$n = \frac{m}{M} \quad (1)$$

Ora, as massas utilizadas dos compostos do geopolímero MK1000 apresentam-se na Tabela 21.

Tabela 21 - Massas dos materiais constituintes do geopolímero MK1000.

Componentes	Massas (g)
Metacaulino 1000	230,07
Hidróxido de cálcio	28,54
Hidróxido de sódio	16,00
Água	Adicionar até obtenção da consistência desejada

#### 4.2.2.10. GEOPOLÍMERO-MK1000C

A preparação do MK1000C, tem por base o estudo da viabilidade da utilização de cinzas obtidas da queima da produção de cortiça, fornecidas pela DOFCork.

Este material contém aditivos minerais substitutos ao NaOH/KOH, funcionando como ativador alcalino da solução. Tal, permitiria que este tipo de resíduos pudesse ser reutilizado, havendo assim aproveitamento de material. A utilização destes resíduos poderia, ainda, permitir a economização de energia e contribuir para o desenvolvimento sustentável.

A composição química da cinza, obtida através da queima de cortiça, apresenta-se na Figura 28.

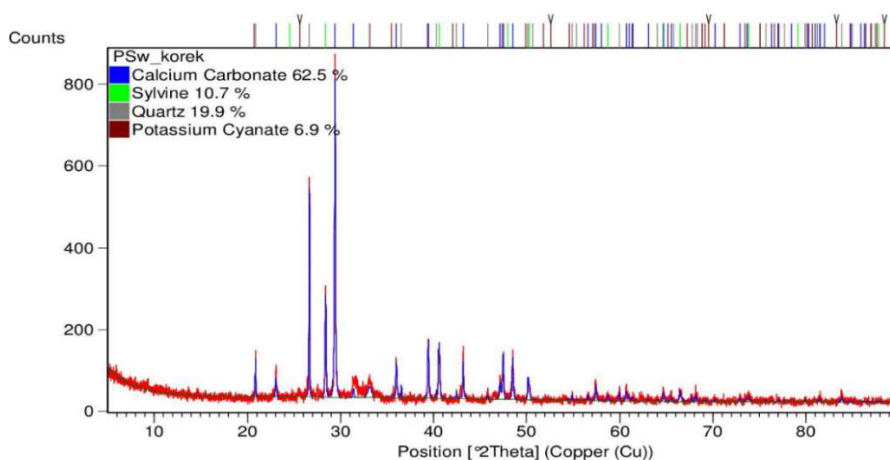


Figura 28 - Representação gráfica da composição química das cinzas.

Através do *scannig electron microscopy* (análise SEM/EDS), verificou-se que a composição elementar das cinzas é carbono, oxigénio, magnésio, alumínio, silício, fósforo, enxofre, cloro, potássio, cálcio e ferro. Assim, é garantida a fonte de alcalinos e de silício da solução final.

A função desempenhada por cada um destes componentes utilizados na preparação do geopolímero MK1000, encontra-se designada na Tabela 20.

Tabela 22 - Função dos componentes utilizados na preparação do geopolímero MK1000C.

Componente	Função
Metacaulino 1000	Percursor de alumínio
Cinzas	Ativador alcalino
Água	Solvente

No presente contexto, a formulação da pasta MK1000C advém da mistura de metacaulino 1000 com água e cinzas, nas quantidades apresentadas na Tabela 23.

Tabela 23 - Massa dos materiais constituintes do geopolímero MK1000C.

Componente	Massa (g)
Metacaulino 1000	230,07
Cinzas	12,00
Água	228,60

A quantidade de MK1000 e H<sub>2</sub>O, respetivamente, têm por base as quantidades estabelecidas para o geopolímero MK1000, referido na secção 4.2.2.9., em que as cinzas substituem os ativadores alcalinos NaOH e CaOH.

### 4.3. Trabalho experimental

Na concretização da presente dissertação optou-se pela realização de ensaios não-destrutivos e destrutivos, que apresentam bons e interessantes resultados, na avaliação do estado de conservação de amostras (Alves, 2013).

Os ensaios realizados foram: absorção de água por capilaridade, permeabilidade ao vapor de água, envelhecimento artificial acelerado, resistência à compressão e resistência à tração. Com este estudo, pretende-se evidenciar quais os fatores determinantes na conservação dos materiais, visando manter a sua integridade e prolongá-la no tempo. Posteriormente aos ensaios, haverá tratamento de dados e discussão de resultados. Estes ensaios permitem a realização de testes de eficiência e eficácia dos materiais usados, em condições reais, face a

outros materiais usualmente utilizados nas intervenções de reabilitação, tendo por base a adaptação de distintas normas (Tabela 24).

Tabela 24 - Normalização adotada na realização dos ensaios.

Ensaio	Norma
Absorção de água por capilaridade	EN 1015-18
Permeabilidade ao vapor de água	EN 1015-19
Envelhecimento artificial acelerado	Procedimento experimental-DECivil
Resistência à compressão	EN 1015-11
Resistência à tração	EN 1015-11

#### 4.3.1. Ensaio de absorção de água por capilaridade

O ensaio de absorção capilar consiste na penetração de um fluido através de diferença de pressões que ocorre, quando esse líquido contacta com os poros, sendo provocadas através de forças capilares, que são inversamente proporcionais às secções dos poros (Ferreira, 2012). Este ensaio inicia-se com a secagem e pesagem da massa de cada amostra e, posteriormente as mesmas são imersas em água, por determinado período de tempo. Terminado este tempo, as amostras são retiradas da água e pesadas de novo. Até haver estabilização da massa repete-se este processo, determinando-se o aumento da massa. Deste modo, através da diferença da massa inicial (amostra seca) e a massa final (amostra saturada), obtém-se o valor da água absorvida por capilaridade. O presente trabalho experimental tem como objetivo a análise da absorção em diferentes amostras de azulejos nas condições descritas nas secções que se seguem, tendo por base a adaptação da norma: *European Committee for Standardization (CEN), NP EN 1015-18: Determinação do coeficiente de absorção de água por capilaridade*, 2002. Este ensaio desenvolveu-se no laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

- **Amostras em estudo**

Este ensaio incidiu sobre diferentes amostras de azulejos e produtos, as quais foram distinguidas para se encontrarem devidamente identificadas, conforme indicam seguidamente a Tabela 25 e a Tabela 26.

Tabela 25 - Amostras de azulejos estudadas no ensaio de absorção de água por capilaridade.

<b>Amostras</b>	<b>Referências</b>
<b>A</b>	A1, A2
<b>B</b>	B1, B2, B3, B4
<b>C</b>	C1, C2, C3, C4
<b>D</b>	D1, D2, D3, D4
<b>E</b>	E1, E2, E3, E4, E5
<b>F</b>	F1, F2, F3, F4, F5
<b>G</b>	G1, G2, G3, G4
<b>H</b>	H1, H2, H3, H4
<b>I</b>	I1, I2, I3, I4, I5
<b>J</b>	J1, J2, J3
<b>K</b>	K1, K2, K3, K4, K5
<b>L</b>	L1, L2, L3, L4, L5
<b>M</b>	M1, M2, M3, M4
<b>N</b>	N1, N2, N3, N4

Tabela 26 - Amostras de produtos estudados no ensaio de absorção por capilaridade.

<b>Produtos</b>
PASTA DE DARWIN
PRO-FILL
WOOD FILLER
EPOSURF 2
GEOPOLÍMERO-MKZL

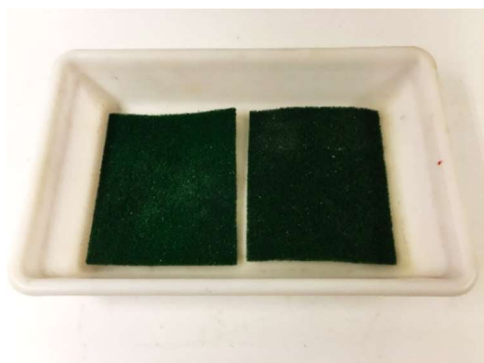
As características dos azulejos já anteriormente descritas na secção 5.2.1., diferem de amostra para amostra, sendo este ensaio importante para complementar o seu processo de caracterização. É de realçar que na amostra D optou-se por não submeter a estudo o azulejo identificado por D4, devido à existência de cimento-cola no seu tardo, que iria influenciar os resultados.

#### **4.3.1.1. Etapas do trabalho**

##### **i. Material utilizado**

Para a realização do presente ensaio utilizou-se o seguinte material (Figura 29):

- Tabuleiro;
- Esfregões;
- Balança com precisão 0,01g;
- Esguicho;
- Cronómetro;
- Termo higrómetro;
- Estufa ventilada.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

Figura 29 - Material utilizado: a) Tabuleiro e esfregões; b) Balança; c) Esguicho; d) Cronómetro; e) Termo higrómetro; f) Estufa ventilada.

## ii. Procedimento experimental

Inicialmente procedeu-se à limpeza de todas as amostras de azulejos (Figura 30), seguindo-se a sua colocação na estufa a  $(60\pm 5)^{\circ}\text{C}$ . Este processo visa a proteção da superfície e remoção de materiais que estejam agregados ao azulejo.



Figura 30 - Limpeza do material azulejar.

Na Figura 31 pode observar-se as amostras preparadas, organizadas por padrão, para se dar início ao ensaio de absorção de água por capilaridade.



Figura 31 - Preparação das amostras de azulejos.

O processo de secagem na estufa teve o objetivo de permitir que as amostras estabilizassem a sua massa e arrefecessem quando em contacto com o exterior, posteriormente.

Seguido da secagem, procedeu-se à pesagem da massa, sendo registada a massa inicial. As amostras foram então imersas em cerca de 5 mm a 10 mm de água por determinado período de tempo (Figura 32), sendo importante notar que a água foi reposta com o esguicho ao longo das pesagens. Terminado este tempo, as amostras foram retiradas da água e procedeu-se à sua pesagem novamente. Este processo repetiu-se até à estabilização da sua massa e, assim, determinou-se o aumento da massa.

Por conseguinte, obteve-se o valor da água absorvida por capilaridade. A campanha experimental foi realizada sob condições de temperatura e humidade controladas pelo termómetro do laboratório, que em média registou a temperatura de 23°C e a humidade relativa de 55%.

Numa seguinte fase, os azulejos foram de novo colocados na estufa ventilada para secagem, com o objetivo de ser utilizados posteriormente em outros ensaios.

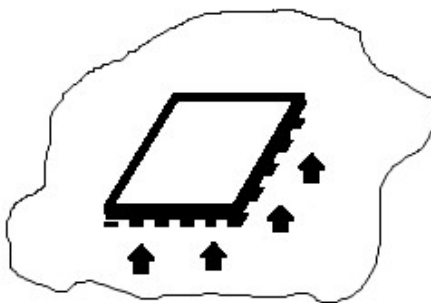


Figura 32 - Imersão parcial dos azulejos em água.

#### 4.3.2. Ensaio de permeabilidade ao vapor de água

A permeabilidade ao vapor de água será outro fator a ser estudado e é muito utilizado em grande parte das soluções, sendo definida como a quantidade de vapor que atravessa a unidade de superfície ( $m^2$ ), por espessura unitária do material (cm), por unidade de tempo (dia) e quando a diferença de pressões entre as duas faces do material é, também, unitária (mmHg). Quando a temperatura em que se encontra um dado material for inferior à do ambiente, não só existe risco da condensação, mas também o vapor de água pode penetrar no isolamento provocando sérios danos reduzindo as características do material, sendo assim de grande relevância a realização deste ensaio. Neste ensaio, a amostra será colocada na parte superior de um recipiente que contém nitrato de potássio e será selado com silicone. Posteriormente, todos os recipientes serão mantidos a T (°C) e HR (%) controlados, durante 30 dias.

Este ensaio incidiu sobre doze azulejos e quatro produtos selecionados, para se analisar a sua capacidade de permeabilidade, com o efeito de determinada temperatura e humidade,  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  e  $(50 \pm 5)\%$ , respetivamente.

A componente experimental realizou-se no laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, com a duração de trinta dias, tendo por base a adaptação

da norma *European Committee for Standardization (CEN), NP EN 1015-19: Determinação da permeabilidade ao vapor de água de argamassas de reboco endurecidas.*, 1998.

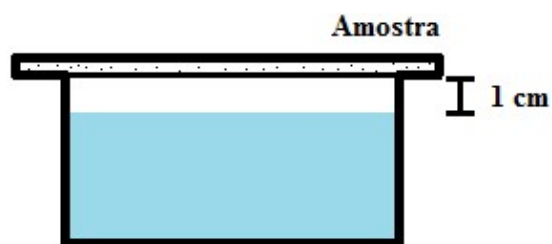


Figura 33 - Exemplificação do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.

#### 4.3.2.1. Amostras em estudo

Os doze azulejos utilizados no decorrer do ensaio de permeabilidade ao vapor de água, foram selecionadas com base nas suas características, isto é, dentro de cada amostra analisou-se um leque de características de cada azulejo referenciado (as anomalias apresentadas, cor da chacota, dimensões e fábrica), com o objetivo de serem escolhidos os azulejos que, apesar de pertencerem à mesma amostra, apresentassem as diferenças mais visíveis. No que respeita aos produtos, foram escolhidos quatro que apresentavam características mais discrepantes, de modo a ser possível um estudo alargado e diferencial. Na tabela seguinte apresentam-se então os azulejos e os produtos.

Tabela 27 - Amostras de azulejos e produtos utilizadas no ensaio de permeabilidade ao vapor de água.

AZULEJOS	Amostra	Referência
	B	B2, B3, B4
	E	E2, E3, E4
	H	H3, H4
	K	K3, K5
	L	L1, L2
PRODUTOS	EPOSURF 2	
	PASTA DE DARWIN	
	PRO-FILL	
	WOOD FILLER	

#### 4.3.2.2. Etapas do trabalho

##### i. Material utilizado

Para a realização do presente ensaio utilizou-se os seguintes equipamentos (Figura 34):



- Balança com precisão de 0,01g;
- *Tupperwares*;
- Silicone (QUILOSA MS-35);
- Moldes circulares plástico;
- Solução saturada de  $\text{KNO}_3$ ;
- Óleo lubrificante;
- Termo higrómetro;
- Câmara climática de ensaios - ESPEC: ARL-680.

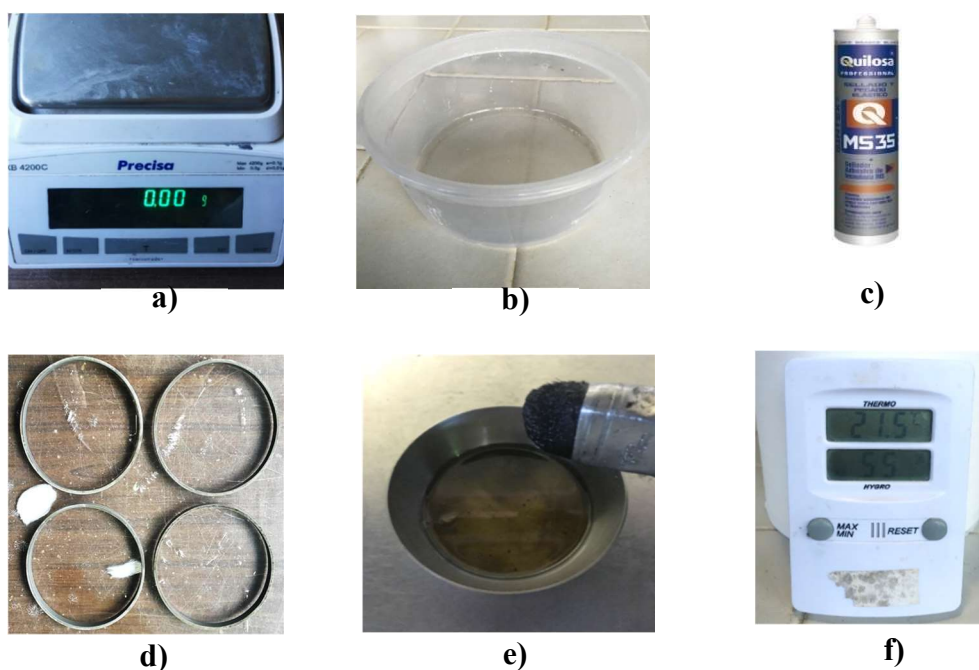


Figura 34 - Material utilizado no ensaio de permeabilidade ao vapor de água: a) Balança; b) *Tupperwares*; c) Silicone; d) Moldes; e) Óleo lubrificante; f) Termo higrómetro.

## ii. Procedimento experimental

As amostras de azulejos foram previamente secas em estufa a 60°C, durante 24 horas, para que estabilizassem a sua massa, estando preparadas para a realização do ensaio (Figura 35).

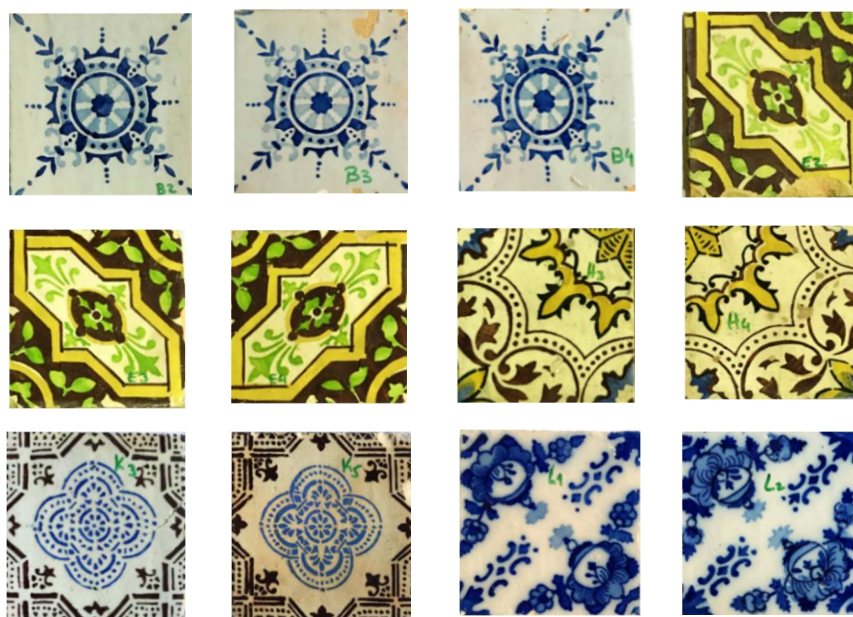


Figura 35 - Amostras de azulejos a ensaiar na permeabilidade ao vapor de água.

No que respeita à preparação dos produtos, preparou-se inicialmente o EPOSURF 2, seguido da PASTA DE DARWIN, PRO-FILL e, por último, WOOD FILLER.

No processo de preparação do EPOSURF 2, de acordo com a ficha técnica fornecida pela HB QUÍMICA, foi calculado o valor da massa do produto ativo e do endurecedor, procedendo-se assim à sua mistura para se obter o produto final no molde (Figura 36), untando previamente com óleo toda a superfície.



Figura 36 - Preparação do EPOSURF 2.

Seguidamente, amassou-se uma determinada quantidade de PASTA DE DARWIN, para se obter uma pasta o mais homogénea possível, colocando-a uniformemente no molde circular, conforme a Figura 37.



Figura 37 - Preparação da Pasta de Darwin.

O PRO-FILL revelou-se como o produto mais difícil de manobrar, devido ao tempo de abertura ser curto. De acordo com a sua ficha técnica, fornecida pela SIKA, calcularam-se as massas do produto ativo e do endurecedor respetivamente, para a proporção pretendida. De seguida, procedeu-se à sua mistura e, por fim, introduziu-se a pasta no molde circular, untando previamente a superfície com óleo lubrificante, obtendo-se o produto final, tal como se pode observar na Figura 38. O mesmo processo foi adotado na preparação do WOOD FILLER, obtendo-se o produto final, conforme a Figura 39.



Figura 38 - Preparação do PRO-FILL.



Figura 39 - Preparação do WOOD FILLER.

Com todas as amostras preparadas, estas permaneceram em repouso até se obter a consistência desejada, em condições laboratoriais (Figura 40).



Figura 40 - Secagem das amostras dos produtos.

Posteriormente, quando as amostras se apresentaram com a consistência desejada, depois de ser respeitado o seu tempo de cura, procedeu-se à diluição de nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) em água (Figura 41).



Figura 41 - Processo de diluição de  $\text{KNO}_3$  em  $\text{H}_2\text{O}$ .



Esta diluição teve por base o fator de solubilidade do nitrato de potássio em água (Figura 42), que é de 31,6 g de  $\text{KNO}_3$ /100 g de  $\text{H}_2\text{O}$ , a  $20^\circ\text{C}$ . De acordo com a massa do produto final pretendido da dissolução de  $\text{KNO}_3$  em  $\text{H}_2\text{O}$ , para que fosse suficiente para todas as amostras, calculou-se o valor de  $\text{KNO}_3$ .

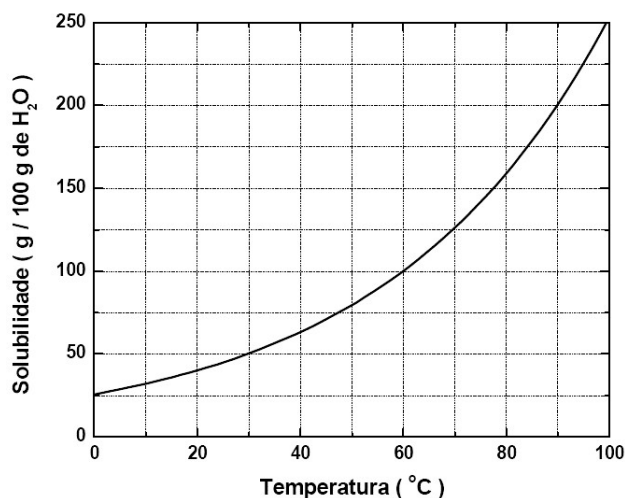


Figura 42 - Fator de solubilidade do  $\text{KNO}_3$  em  $\text{H}_2\text{O}$ .

Note-se que a solução saturada de  $\text{KNO}_3$  é uma substância condicionadora líquida, que é utilizada para manter a humidade relativa do ar dentro dos limites de tolerância ( $92 \pm 2$ )%. Com a solução preparada, colocou-se a mesma nos *tupperwares*, sendo este o equipamento para a determinação do coeficiente de difusão do vapor de água. Na colocação houve o cuidado de que a distância entre o topo do *tupperware* e o topo da solução fosse de 1 cm. Assim, procedeu-se à colocação das amostras no topo dos *tupperwares*, sendo os mesmos revestidos com silicone, de modo a garantir um conjunto estanque (Figura 43).



Figura 43 - Amostras preparadas dos produtos a ensaiar na permeabilidade ao vapor de água.

Posteriormente pesaram-se todas as amostras para se obter a massa inicial, tendo-se o cuidado de não molhar as amostras sempre que se movia o conjunto e colocaram-se na câmara climatizada (Figura 44 e Figura 45), com as seguintes condições de temperatura e humidade ( $23\pm 2$ )°C e ( $50\pm 5$ )%, respetivamente.



Figura 44 - Introdução das amostras de azulejos na câmara climatizada.



Figura 45 - Introdução das amostras de produtos na câmara climatizada.

O registo da massa do conjunto foi realizado uma vez por dia, de 24 em 24 horas, havendo também um registo da temperatura e da humidade relativa.

O ensaio terminou quando se obteve uma reta linear nos gráficos que têm como ordenadas a massa e o tempo em abcissas.

#### **4.3.3. Ensaio de envelhecimento artificial acelerado**

Este ensaio permite induzir diversos materiais alvos de estudo ao envelhecimento acelerado, sob a influência de alguns fatores, tais como: humidade relativa e temperatura (passíveis de ser controlados no laboratório do departamento de engenharia civil) (Paiva, Rocha e Cavicchioli, 2010).

Foram assim preparadas amostras de azulejos em que se interveio com diferentes produtos (Figura 46), para uma análise ao seu comportamento sob a ação de ciclos.



Figura 46 - Amostras sujeitas ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

As amostras foram sujeitas a duas séries de ciclos de verão e de inverno, em que estes consistiam no aquecimento/congelamento e humedificação/congelamento, respetivamente. Cada ciclo foi repetido 4 vezes por cada de cada série, tendo este a duração de 7 horas e cada série dura 28 horas, sendo que o tempo de secagem apresenta uma duração mínima de 8 horas. Sendo, assim cada série tem a duração mínima de 36 horas. O ciclo de verão consiste na variação de temperatura e humidade relativa, sendo que a temperatura varia entre 10°C a 60°C e a humidade relativa entre 40 a 95 %. A variação da temperatura no ciclo de inverno dá-se entre -10°C a 30°C, não havendo humidade relativa. Seguidamente, na Tabela 28, encontram-se descritas a temperatura e a humidade relativa a que as amostras estão sujeitas no decorrer dos ciclos de verão. As condições são divididas por quatro ciclos.

Tabela 28 - Condições de temperatura e humidade relativa estipuladas para o ciclo de verão.

Ciclo VERÃO	Step (min)	T (°C)	HR (%)	t (h)	t cumul. (h)
1	0	20	65	0	0
	1	60	95	0,5	0,5
	2	60	95	3,0	3,5
	3	10	40	0,5	4,0
	4	10	40	3,0	7,0
2	5	60	95	0,5	7,5
	6	60	95	3,0	10,5
	7	10	40	0,5	11,0
	8	10	40	3,0	14,0
	9	60	95	0,5	14,5
3	10	60	95	3,0	17,5
	11	10	40	0,5	18,0
	12	10	40	3,0	21,0
	13	60	95	0,5	21,5
4	14	60	95	3,0	24,5
	15	10	40	0,5	25,0
	16	10	40	3,0	28,0
	17	60	0	> 8	

Na Figura 47, encontra-se a representação gráfica referente ao ciclo de verão, com a indicação das condições de temperatura e humidade relativa, em °C e % respetivamente, a que as amostras vão estar submetidas.

Ao fim de cada série de quatro ciclos de verão, faz-se o registo da massa de cada amostra, bem como o registo fotográfico.

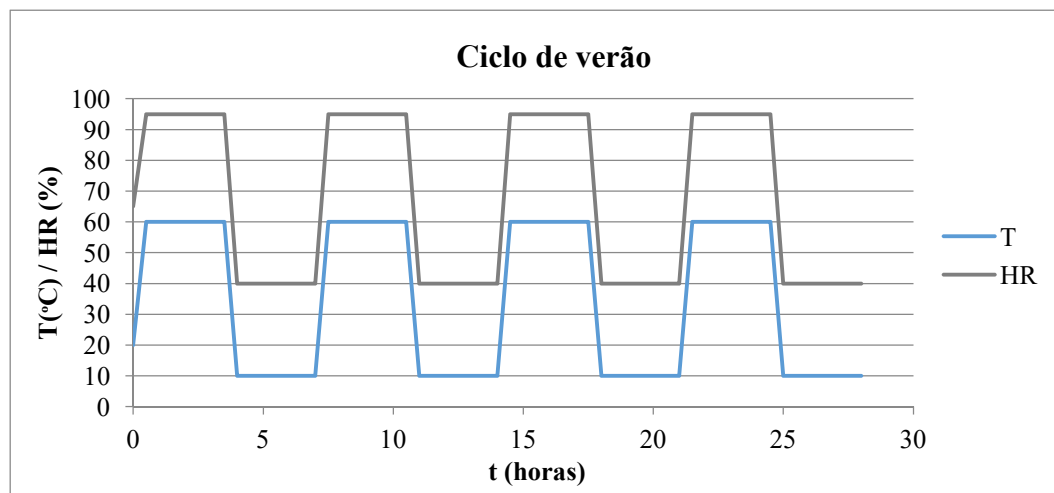


Figura 47 - Representação gráfica do ciclo de verão.

Tal como se observa na Tabela 29, encontram-se descritas a temperatura e a humidade relativa a que as amostras estão sujeitas no decorrer dos ciclos de inverno. As condições foram divididas por quatro ciclos.

Tabela 29 - Condições de temperatura e humidade relativa estipuladas para o ciclo de inverno.

Ciclo	Step	T	HR	t	t cumul.
INVERNO	(min)	(°C)	(%)	(h)	(h)
1	0	20	-	0	0
	1	30	-	0,5	0,5
	2	30	-	3,0	3,5
	3	-10	-	0,5	4,0
	4	-10	-	3,0	7,0
2	5	30	-	0,5	7,5
	6	30	-	3,0	10,5
	7	-10	-	0,5	11,0
	8	-10	-	3,0	14,0
3	9	30	-	0,5	14,5
	10	30	-	3,0	17,5
	11	-10	-	0,5	18,0
	12	-10	-	3,0	21,0
4	13	30	-	0,5	21,5
	14	30	-	3,0	24,5
	15	-10	-	0,5	25,0
	16	-10	-	3,0	28,0
	17	60	0	> 8	



Na Figura 48, encontra-se a representação gráfica referente ao ciclo de verão, com a indicação das condições de temperatura e humidade relativa, a que as amostras vão estar submetidas.

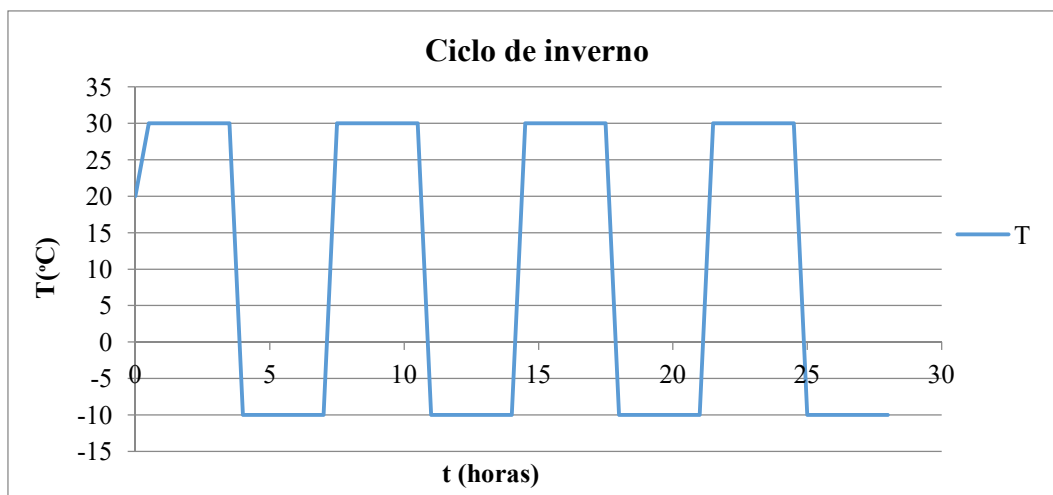


Figura 48 - Representação gráfica do ciclo de inverno.

Tal como sucedido nos ciclos de verão, no final de cada série de quatro ciclos de inverno, faz-se o registo da massa de cada amostra, bem como o registo fotográfico.

A preparação das amostras ocorreu na DDL-Argamassas, seguindo-se a componente experimental que se realizou no laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, tendo a duração de 44 dias.

#### 4.3.3.1. Amostras em estudo

As amostras de azulejos em estudo apresentam-se em estado de degradação similar, isto é, todas as amostras de azulejos têm de ser submetidas ao preenchimento, a reintegração volumétrica e a colagem de fragmentos cerâmicos (Figura 49).



Figura 49 - Amostras de azulejos a ensaiar.

Para tal, usaram-se seis produtos diferentes. As amostras em estudo, bem como os produtos aplicados apresentam-se na Tabela 30.

Tabela 30 - Amostras de azulejos e produtos utilizadas no ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

Amostras	Produto aplicado
1	PARALOID B-72 (com adição de areia e de acetona)
2	EPOSURF 2
3	SINTOLIT (com adição de carbonato de cálcio)
4	PRO-FILL
5	ICOSIT
6	SINTOLIT (com adição de PASTA DE DARWIN)
7	Geopolímero-MKZL

#### 4.3.3.2. Etapas do trabalho

##### i. Material utilizado

Para a realização do presente ensaio utilizou-se os seguintes equipamentos (Figura 50):

- Balança com precisão de 0,01g;
- Acetona ( $C_3H_6O$ );
- Carbonato de Cálcio ( $CaCO_3$ );
- Areia selecionada - A120/200;
- Espátula;
- Bisturi;
- Cera (TENASYLE);
- Suporte de mistura;
- Câmara climática de ensaios ESPEC-ARL-680.



Figura 50 - Material utilizado no ensaio de envelhecimento artificial acelerado: a) Areia selecionada 120/200 e Cera (Tenasyle).

## ii. Procedimento experimental

Depois da limpeza facial dos azulejos, iniciou-se a preparação dos produtos para aplicação nos azulejos. Para cada amostra de azulejo, a preparação de produtos seguiu a metodologia que se apresenta seguidamente.

### • Amostra 1

Na presente amostra, optou-se por estudar o PARALOID B-72 como produto para colmatação de lacunas.

No processo de colagem de fragmentos usou-se como adesivo o PARALOID B-72 com adição de acetona (Figura 51). Na reintegração volumétrica optou-se por PARALOID B-72 com adição de sílica pirogénica funcionando como carga, otimizando a consistência do produto.

Relativamente ao preenchimento, utilizou-se o PARALOID B72 com adição de A120/200, para melhorar a sua capacidade de consolidação.

Na Figura 52, é possível observar o processo de reintegração e preenchimento já executados.



Figura 51 - Colagem de fragmentos cerâmicos da amostra 1.



Figura 52 - Reintegração e preenchimento da amostra 1.

- **Amostra 2**

Na amostra 2, o produto utilizado foi o EPOSURF 2. No procedimento de colagem de fragmentos usou-se apenas o EPOSURF 2 (Figura 53). Por sua vez, a reintegração volumétrica, executou-se com adição de sílica pirogénica ao EPOSURF 2, tornando a solução mais consistente devido à atuação de cargas, colmatando assim a baixa viscosidade que este material apresenta.

Quanto ao preenchimento, juntou-se carbonato de cálcio à resina, atingindo um maior grau de compactação e conduzindo a uma menor retração do material.

Na Figura 54, é possível observar o processo de reintegração e preenchimento já executados.



Figura 53 - Colagem de fragmentos da amostra 2.



Figura 54 - Reintegração e preenchimento da amostra 2.

- **Amostra 3**

Na amostra 3, o material selecionado no restauro foi a SINTOLIT. Tanto na colagem de fragmentos cerâmicos como reintegração volumétrica e preenchimento, escolheu-se a utilização de SINTOLIT com adição de carbonato de cálcio, para melhorar as propriedades da SINTOLIT, tornando a solução mais compacta e alcalina. Na Tabela 31, apresentam-se o

valor da massa de cada componente da mistura utilizada na colmatação das lacunas na presente amostra.

Tabela 31 - Proporção da mistura Sintolit com Carbonato de cálcio.

Características da mistura	Massa (g)
<b>SINTOLIT</b>	7,00
+	
<b>CARBONATO DE CÁLCIO</b>	5,10

Na Figura 55, observa-se o processo de colagem, de reintegração e de preenchimento já concretizados.



Figura 55 - Colagem, reintegração e preenchimento da amostra 3.

- **Amostra 4**

Relativamente à amostra 4, empregou-se o produto PROFILL, onde sabendo que a percentagem de endurecedor é de 2%, o produto final utilizado encontra-se seguidamente (Tabela 32).

Tabela 32 - Componentes do produto PRO-FILL.

Características da mistura	Proporção da mistura (%)	Massa (g)
<b>PROFILL</b>	100	27,72
+		
<b>Endurecedor</b>	2	0,55

No presente azulejo, optou-se por colmatar a lacuna de preenchimento, bem como todas as outras com o PRO-FILL, devido às boas características que apresenta, permitindo assim constatar-se se é um bom material independentemente da intervenção que seja necessária no

azulejo. Depois da execução da mistura, procedeu-se então à aplicação do produto com uma espátula, como se observa na Figura 56.



Figura 56 - Colagem, reintegração e preenchimento da amostra 4.

- **Amostra 5**

Na atual amostra, utilizou-se ICOSIT K101N no processo de colagem de fragmentos cerâmicos, bem como na reintegração volumétrica e no preenchimento. Este produto é constituído por dois componentes: parte A e parte B, respetivamente, para os quais se calcularam as devidas proporções para obtenção do produto final.

Na Tabela 33, apresentam-se o valor da massa de cada componente da mistura utilizada na colmatação das lacunas na amostra 5.

Tabela 33 - Componentes do produto ICOSIT.

Características da mistura	Proporção da mistura (g)	Massa utilizada (g)
<b>PARTE A</b>	9,80	4,90
+		
<b>PARTE B</b>	2,60	1,30

Na Figura 57, é possível observar o processo de colagem, reintegração e preenchimento já realizados.

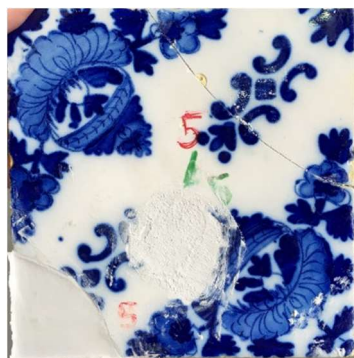


Figura 57 - Colagem, reintegração e preenchimento da amostra 5.

- **Amostra 6**

Na amostra 6, aplicou-se SINTOLIT para colar os fragmentos cerâmicos, para reintegrar volumetricamente o azulejo e na zona de preenchimento. Todavia, na reintegração e no preenchimento adicionou-se PASTA DE DARWIN à SINTOLIT.

Na Tabela 34, apresenta-se o valor da massa de cada componente da mistura utilizada na amostra 6.

Tabela 34 - Composição da mistura da SINOLIT com PASTA DE DARWIN.

Características da mistura	Massa (g)
SINTOLIT	13,00
+	
PASTA DE DARWIN	8,00

Seguidamente, na Figura 58, encontra-se o azulejo com todos os processos de colmatação de lacunas executados.



Figura 58 - Colagem, reintegração e preenchimento na amostra 6.



#### 4.3.4. Ensaio de resistência à compressão

Durante a sua vida útil, os materiais devem ter a capacidade de suportar diferentes esforços mecânicos atuantes, como choques ou impactos que conduzam à desintegração do material. É, deste modo, importante a avaliação dos materiais à compressão. Este ensaio foi realizado a diversos produtos, para estudar o seu ponto de rotura quando sujeitos a uma força crescente (Figura 59) (Ferreira, 2012).

O ensaio à compressão foi realizado a amostras geopoliméricas. As amostras foram ensaiadas aos 7, 14, 28 e 60 dias de cura e foi utilizada a máquina de ensaios universal (SHIMADZU: AG-IC).

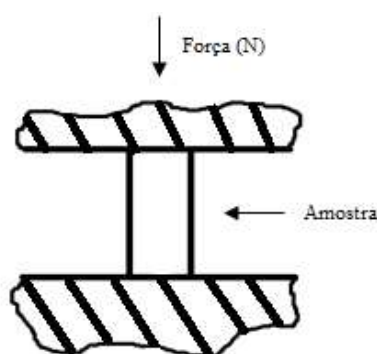


Figura 59 - Modo de apoio da amostra para a tensão de rotura à compressão (Ferreira, 2012).

##### 4.3.4.1. Amostras em estudo

Neste ensaio foram estudadas amostras do geopolímero MKZL, MK1000 e MK1000C (Figura 60), as quais foram submetidas ao ensaio com 7, 14, 28 e 60 dias de cura, respetivamente.



Figura 60 - Amostras em estudo no ensaio de resistência à compressão.



#### 4.3.4.2. Etapas do trabalho

##### i. Material utilizado

- Máquina universal SHIMADZU: AG-IC;
- Metacaulino;
- Zeólito;
- Silicato de sódio;
- Hidróxido de sódio;
- Balança com precisão de 0,01g;
- Espátula;
- Recipiente;
- Esguicho.



Figura 61 - Produtos utilizados na preparação da amostra MKZL.

##### ii. Procedimento experimental

Na preparação do MKZL começou por dissolver-se a matéria alcalina, o NaOH, em 10g de H<sub>2</sub>O. Seguidamente, procedeu-se à liquefação do Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> em 25g de H<sub>2</sub>O, juntando-se posteriormente o metacaulino e o zeólito (Figura 62). Assim, obtém-se o produto final, como se pode observar na Figura 63.



Figura 62 - Metacaulino e Zeólito, respetivamente.



Figura 63 - Produto final MKZL.

Posteriormente, procedeu-se à preparação do geopolímero MK1000 e MK1000C, de acordo com as massas já referenciadas nas secções 4.2.2.9 e 4.2.2.10.

#### **4.3.5. Ensaio de resistência à tração**

No contexto da presente dissertação, tal como a importância de analisar a resistência mecânica dos materiais à compressão é também importante verificar o comportamento dos materiais à tração, analisando-se assim a força máxima a que o azulejo resiste, tendo em conta o produto utilizado em cada amostra. Deste modo, é possível concluir qual o produto que melhor funciona na colagem de fragmentos cerâmicos. Para a realização deste ensaio foi utilizada a máquina universal SHIMADZU: AG-X/R.

O presente ensaio realizou-se no Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica, da Universidade de Aveiro.

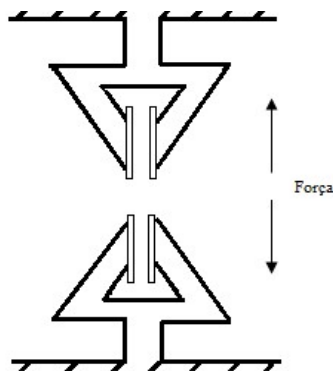


Figura 64 - Modo de apoio no ensaio de resistência à tração.

#### 4.3.5.1. Amostras em estudo

No ensaio de resistência à tração, o estudo incidiu nas amostras apresentadas na secção 4.3.3.1, sujeitas ao ensaio de envelhecimento acelerado. Como estas amostras foram sujeitas anteriormente ao ensaio de envelhecimento artificial acelerado, apresentavam-se já com algumas patologias, resultantes do mesmo. Dado isto, a amostra 3 e 7, não foram alvo de estudo neste presente ensaio, dado que se fragmentaram no decorrer do ensaio de envelhecimento antes realizado.

#### 4.3.5.2. Etapas do trabalho

##### i. Material utilizado

- Craveira;
- Máquina universal SHIMADZU: AG-X/R.

##### ii. Procedimento experimental

Inicialmente, as amostras de azulejos foram cortadas com dimensões apropriadas ao equipamento onde se realizou o ensaio. Tal permitiu obter maior precisão nos resultados deste ensaio, pois cada amostra ficou subdividida em três amostras e, assim, procedeu-se à devida identificação, atribuindo-lhes uma referência. Na Figura 65, apresenta-se o registo fotográfico das amostras ensaiadas.

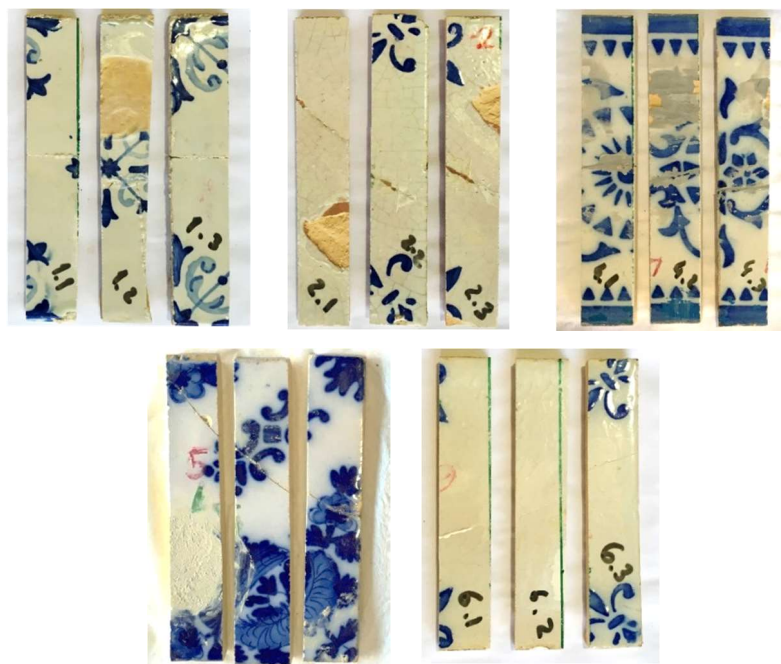


Figura 65 - Registo fotográfico das amostras em estudo.

Apesar do registo fotográfico da amostra 1.3, esta não foi submetido ao ensaio uma vez que se encontrava fragmentado.

Para a realização deste ensaio, utilizou-se a máquina universal supracitada para se obter os valores da resistência máxima de tração, onde as amostras foram colocadas e, posteriormente, ensaiadas.

# *Capítulo 5*

---

*Apresentação e discussão de  
resultados*



## Capítulo 5. Apresentação e discussão de resultados

### 5.1. Considerações gerais

Neste capítulo serão abordados e discutidos os resultados obtidos nos ensaios descritos anteriormente, para a seleção do material que melhor comportamento apresenta em fachadas exteriores, de acordo os valores obtidos nos ensaios realizados. A apresentação de resultados é feita sob a forma de tabelas, com o auxílio de gráficos e figuras, para uma melhor análise e interpretação.

### 5.2. Observação visual das amostras dos produtos poliméricos e geopoliméricos

Inicialmente, antes de se dar início aos ensaios realizados aos produtos selecionados, procedeu-se a uma análise visual. Esta observação visual, apresenta-se seguidamente e foi realizada logo que as amostras cumpriram o seu tempo de secagem e, posteriormente, quando se encontravam em condições laboratoriais, num período mínimo de 10 dias.

- **Produtos poliméricos**



Figura 66 - Registo fotográfico dos produtos poliméricos com 1 dia de tempo de cura.



Figura 67 - Registo fotográfico dos produtos poliméricos com 15 dias de tempo de cura.

- **Produtos geopoliméricos**

Quando se desenvolve um geoplímero, para os mesmos funcionarem como produto de restauro em materiais cerâmicos, têm de cumprir um leque de exigências, como por exemplo, não haver o ganho de sais e não fissurar. Todavia, o MKZL ao longo do tempo, de acordo com as condições laboratoriais em que se manteve, foi fissurando e retraindo com o tempo, adquirindo manchas brancas na superfície, como se pode analisar na Figura 68.



Figura 68 - Geopolímero MKZL. À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias.

Assim, com o intuito de tentar contrair estas anomalias, procedeu-se à experimentação do metacaulino 1000 ao invés do metacaulino 1200, incorporando-se também nos ativadores alcalinos o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Deste modo, analisando visualmente a Figura 69, é possível concluir que as manchas diminuíram superficialmente ao fim de 15 dias, ocorrendo, contudo, fissuração do geoplímero.



Figura 69 - Geopolímero MK1000. À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias.



Por conseguinte, tentando ir ao encontro de outras vertentes, como o ambiente, estudou-se então a hipótese da utilização de cinzas produzidas através da queima de cortiça, como supracitado na secção 4.2.2.10. Assim, originou-se o geopolímero MK1000C, que apesar de ter as mesmas quantidades de metacaulino e água dos outros geopolímeros, consideraram-se duas variáveis: o ativador alcalino e, também, o pH. Diversos trabalhos revelam que, de facto, o pH controla o sinal, a densidade de carga na superfície e o grau de dissociação durante o processamento do polímero (Leal *et al.*, 2007). Como o pH das soluções geopoliméricas supramencionadas foi de 14, derivado aos ativadores alcalinos, optou-se por diminuir o pH com o intuito de se analisar a ocorrência de alterações nos resultados. Assim, com base nisto, procedeu-se ao controlo da adição de cinzas (ativador alcalino) durante o processo de produção do MK1000C, em que as cinzas foram adicionadas com base no pH que se pretendia obter (entre 10 e 12), sendo este controlado através de tiras reativas de pH (Figura 70). No final, obtiveram-se duas soluções: uma solução com pH 11 e 12, respetivamente. Foram, deste modo, registados resultados diferentes, como se pode observar nas Figura 71 e Figura 72.

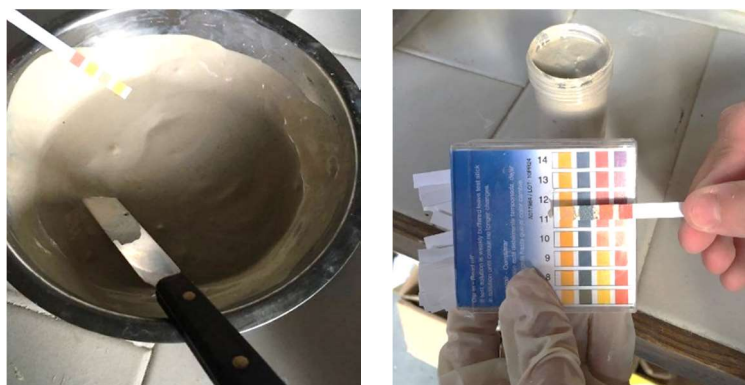


Figura 70 - Controlo do pH das soluções geopoliméricas.



Figura 71 - Geopolímero MK1000C (pH 12). À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias.



Figura 72 - Geopolímero MK1000C (pH 11). À esquerda com tempo de cura de 1 dia e à direita com tempo de cura de 15 dias.

Com base no registo fotográfico efetuado, apenas o geopolímero MK1000C, com pH 11, não apresentou patologias como fissuração ou presença de sais, aquando em repouso em condições laboratoriais, no DECivil. Sendo assim, é possível concluir que em condições laboratoriais idênticas, o pH influencia a estabilidade da ligação da rede tridimensional da solução. A disposição adotada pelo geopolímero na interface será, assim, determinada primeiramente pela conexão da ligação geopolímero-superfície e pela repulsão geopolímero-geopolímero.

Em pH ácido, no processo de floculação, ocorre adsorção das partículas na disposição plana do corpo, devido à ausência de carga na cadeia polimérica, daí geralmente os materiais poliméricos e geopoliméricos se obterem através de soluções básicas.

### **5.3. Absorção de água por capilaridade**

Na realização do presente ensaio, dado que a absorção de água é uma propriedade do corpo cerâmico e dos produtos e está diretamente relacionada com a porosidade, o principal objetivo é que as amostras obtenham o valor de coeficiente de absorção o mais reduzido possível, apresentando-se assim como material pouco poroso.

Quanto menor for a quantidade total de água absorvida e quanto menor for a velocidade de absorção de água, melhor é o comportamento do azulejo face à ação da água.

#### **5.3.1. Comportamento capilar dos azulejos**

Nos seguintes tópicos apresentam-se os resultados a nível de cada amostra dos valores dos coeficientes de absorção de água por capilaridade obtidos, bem como uma justificação

dos mesmos. Ainda na presente secção, analisa-se a média dos valores obtidos, fazendo-se uma análise comparativa entre amostras.

- **Amostra A**

A Figura 73 apresenta os valores da capacidade de absorção da amostra A, de onde é possível obter o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, A1 e A2, respetivamente.

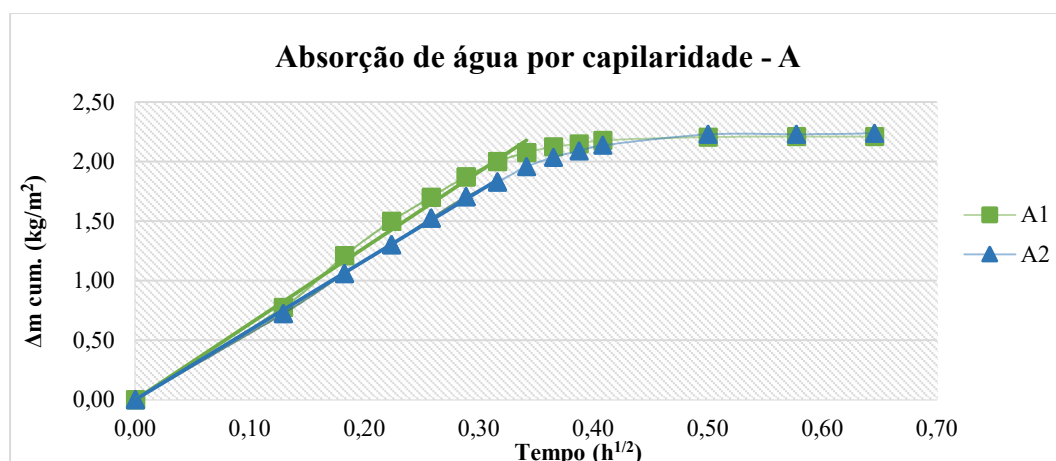


Figura 73 - Representação gráfica do comportamento capilar de A.

Seguidamente apresentam-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra A, na Tabela 35.

Tabela 35 - Coeficientes de capilaridade da amostra A.

Amostra	Coeficiente de capilaridade ( $kg/m^2 \cdot h^{1/2}$ )
A1	6,38
A2	5,83

De acordo com os valores acima tabelados A1 apresenta um maior valor de coeficiente de capilaridade que A2, não sendo uma diferença muito significativa e uma velocidade de absorção similar, podendo-se aferir que estes dois azulejos apresentam comportamento idêntico.

- **Amostra B**

Seguidamente, apresenta-se a Figura 74 onde se encontram os valores da capacidade de absorção da amostra B, valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, B1, B2, B3 e B4, respetivamente.

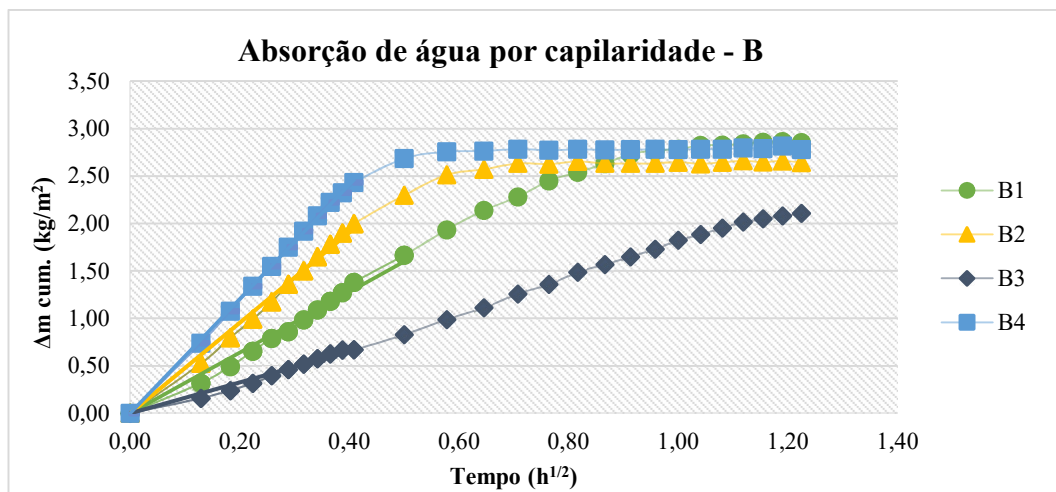


Figura 74 - Representação gráfica do comportamento capilar de B.

Os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra B apresentam-se na Tabela 36.

Tabela 36 - Coeficientes de capilaridade da amostra B.

Amostra	Coefficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
<b>B1</b>	3,20
<b>B2</b>	4,77
<b>B3</b>	1,63
<b>B4</b>	6,02

Avaliando os valores acima tabelados, B4 apresenta o maior valor de coeficiente de capilar seguindo-se B2, depois B1 e, por fim, B3. Todos os valores obtidos são baixos, sendo que o mais baixo, de B3, é de 1,63 e B4, o mais alto nesta amostra, é de 6,02. Esta diferença deve-se à pequena dissemelhança de dimensões entre estes dois azulejos e à degradação que apresentam, que também é distinta, como já foi referenciado na secção 5.2.1.

Pode-se ainda concluir, que o azulejo B4 absorve muito mais rapidamente que os outros, atingindo rapidamente o ponto de saturação, estabilizando no decorrer do tempo.

- **Amostra C**

No gráfico seguinte apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra C, de onde é possível obter o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, C1, C2, C3 e C4, respetivamente.

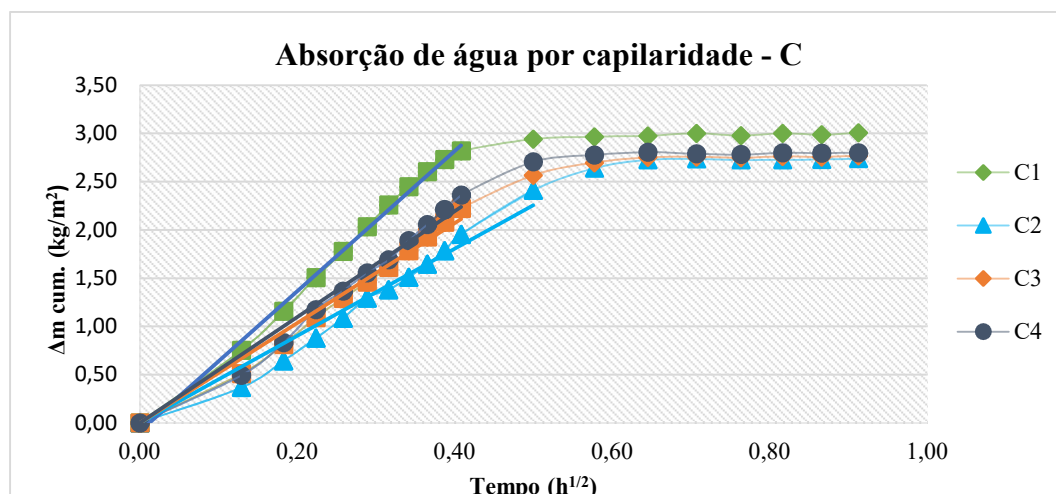


Figura 75 - Representação gráfica do comportamento capilar de C.

Seguidamente encontram-se na Tabela 37, os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra C.

Tabela 37 - Coeficientes de capilaridade da amostra C.

Amostra	Coeficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
C1	7,27
C2	4,51
C3	5,18
C4	5,49

De acordo com os valores obtidos, C1 apresenta o maior valor de coeficiente de capilaridade seguindo-se C4, C3 e, por fim, C2. Os coeficientes variam entre 4 e  $8 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ , podendo justificar-se pelas lacunas apresentadas, crateras e descasque.

Neste caso, todas as amostras absorvem significativamente a mesma quantidade de água, estabilizando a sua massa relativamente ao mesmo tempo.

#### • Amostra D

De seguida, apresenta-se a Figura 76, em que se mostra os valores da capacidade de absorção da amostra D, sendo que o valor do coeficiente de absorção é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, D1, D2 e D3, respetivamente. Como já referido na secção 5.3.1., D4 apesar de ter sido anteriormente caracterizado, não será estudado.

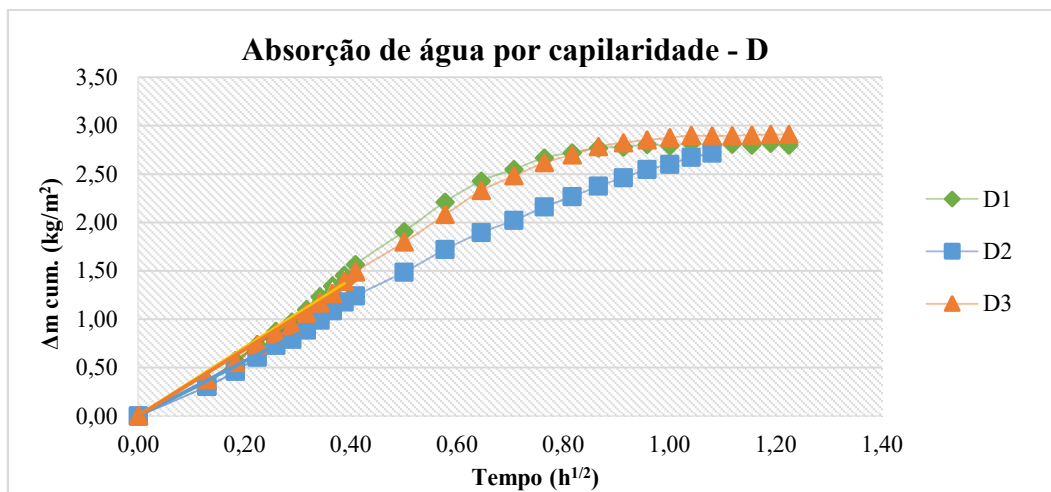


Figura 76 - Representação gráfica do comportamento capilar de D.

Na Tabela 38 encontram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra D.

Tabela 38 - Coeficientes de capilaridade da amostra D.

Amostra	Coefficiente de capilaridade (kg/m <sup>2</sup> .h <sup>1/2</sup> )
D1	3,52
D2	2,83
D3	3,43

De acordo com os valores obtidos, D1 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se D3 e D2, respetivamente. Os coeficientes não apresentam grande discrepância, mas a pequena diferença que apresentam deve-se à degradação do azulejo D1 ser maior que nos outros dois azulejos. No geral, esta amostra apresenta-se com uma absorção lenta.

- **Amostra E**

Na Figura 77, apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra E, sendo que o valor do coeficiente de absorção é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, E1, E2, E3, E4 e E5, respetivamente.

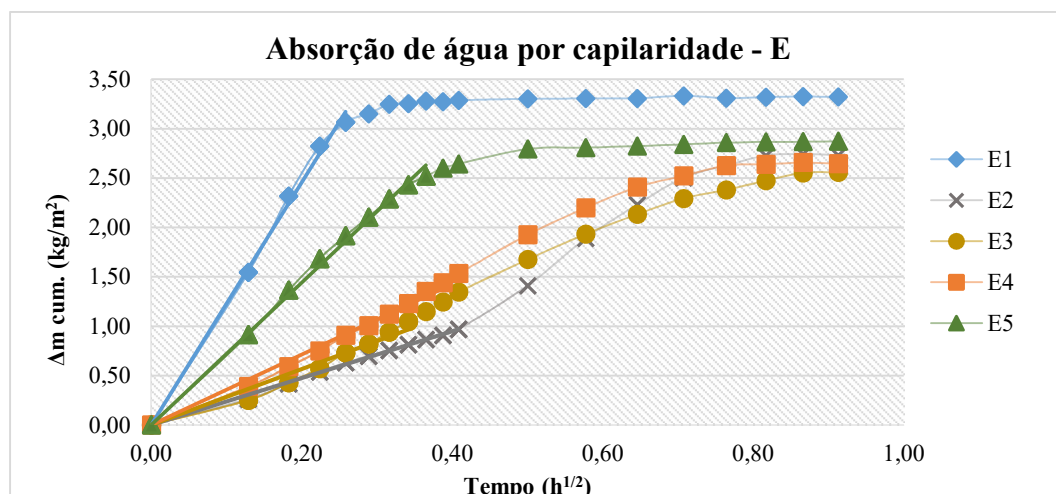


Figura 77 - Representação gráfica do comportamento capilar de E.

Na tabela seguinte, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra E.

Tabela 39 - Coeficientes de capilaridade da amostra E.

Amostra	Coeficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
E1	12,28
E2	2,37
E3	2,83
E4	3,57
E5	7,20

Analisando os valores tabelados, E1 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se E5, E4, E3 e E2, respetivamente. A amostra E2 apresenta uma absorção de água muito lenta ao invés da amostra E1 que absorve uma quantidade de água muito rapidamente.

- **Amostra F**

No gráfico seguinte apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra F, onde é possível retirar-se o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, F1, F2, F3, F4 e F5 respetivamente.



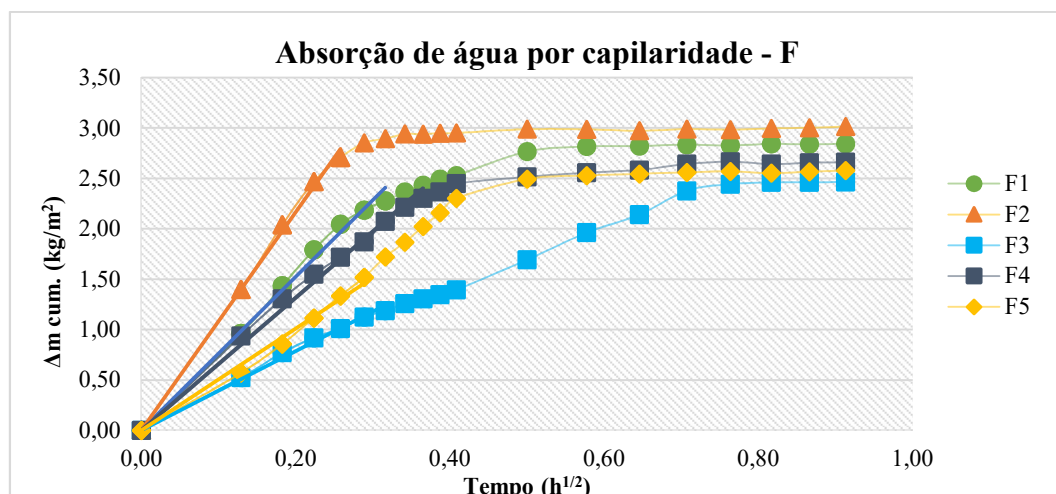


Figura 78 - Representação gráfica do comportamento capilar de F.

Seguidamente na Tabela 40, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra F.

Tabela 40 - Coeficientes de capilaridade da amostra F.

Amostra	Coefficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
F1	7,62
F2	10,81
F3	3,93
F4	6,57
F5	5,05

Analisando os valores tabelados, F2 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se F1, F4, F5 e F3, respetivamente. Os coeficientes apresentam-se distintos e tal deve-se à degradação do azulejo F1 e F2 ser maior que nos restantes azulejos. Como é possível observar no gráfico supracitado, F2 apresenta-se como a amostra que absorve mais rapidamente a água e F3 a amostra que demora mais tempo a estabilizar.

- **Amostra G**

No gráfico da Figura 79, apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra G, onde é possível obter-se o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, G1, G2, G3, G4 e G5 respetivamente.



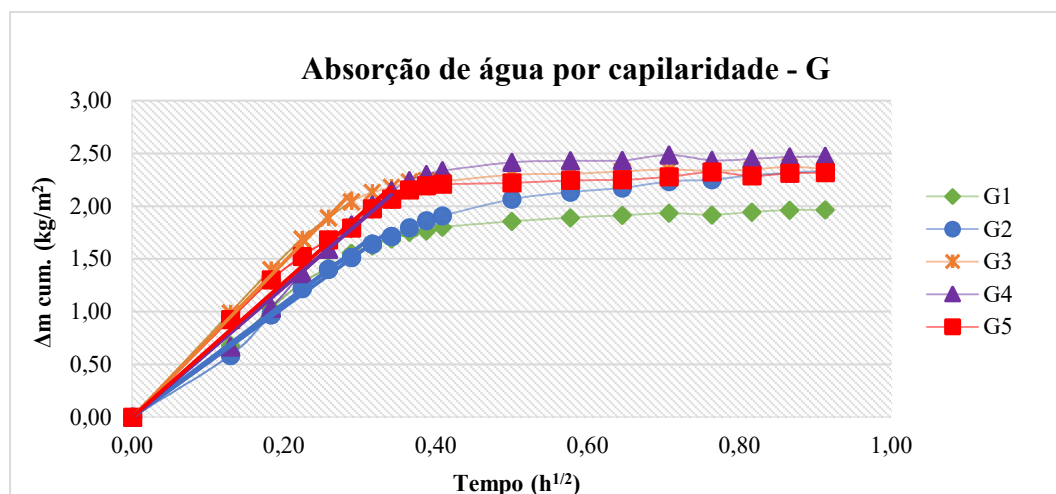


Figura 79 - Representação gráfica do comportamento capilar de G.

Na Tabela 41, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra G.

Tabela 41 - Coeficientes de capilaridade da amostra G.

Amostra	Coeficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
G1	5,40
G2	5,20
G3	7,36
G4	6,18
G5	6,38

Analisando os valores tabelados, G3 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se G5, G4, G1 e G2, respetivamente. Observando o gráfico supracitado anteriormente, é possível concluir que todas os azulejos absorvem significativamente a mesma quantidade de água, estabilizando a sua massa relativamente ao mesmo tempo, tal acontece pela semelhança de características entre as chacotas.

#### • Amostra H

No gráfico seguinte apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra H, onde é possível obter-se o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, H1, H2, H3 e H4, respetivamente.

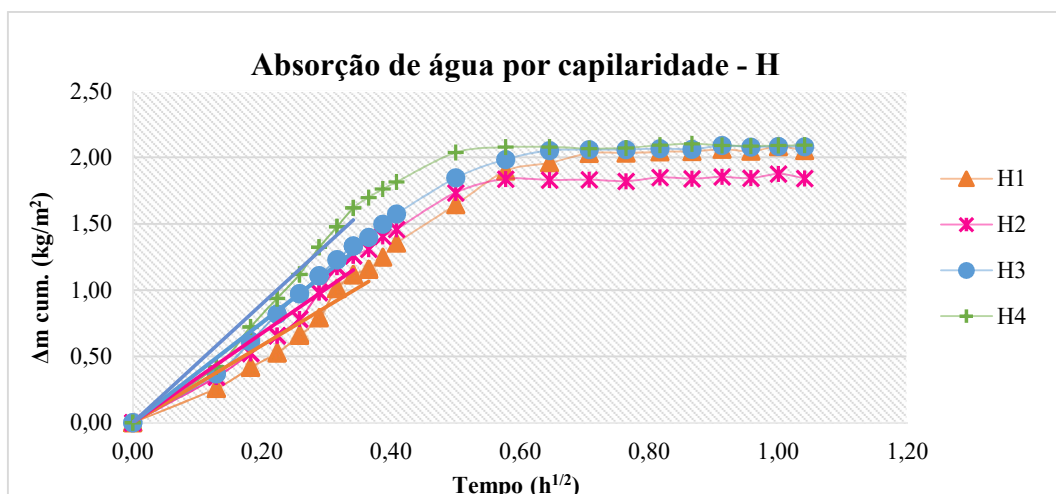


Figura 80 - Representação gráfica do comportamento capilar de H.

Na Tabela 42, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra H.

Tabela 42 - Coeficientes de capilaridade da amostra H.

Amostra	Coeficiente de capilaridade (kg/m <sup>2</sup> .h <sup>1/2</sup> )
H1	2,92
H2	3,37
H3	3,77
H4	4,47

De acordo com a Tabela 42, H4 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se H3, H2 e H1, respetivamente. Os coeficientes e a velocidade de absorção não apresentam grande discrepância.

- **Amostra I**

No gráfico seguinte apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra I, onde é possível obter-se o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, I1, I2, I3, I4 e I5, respetivamente.

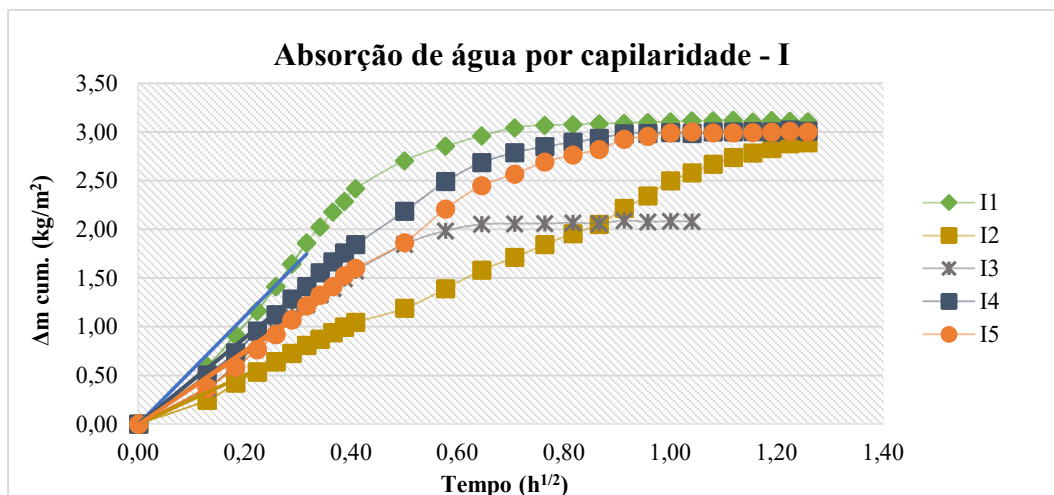


Figura 81 - Representação gráfica do comportamento capilar de I.

Na Tabela 43, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra I.

Tabela 43 - Coeficientes de capilaridade da amostra I.

Amostra	Coefficiente de capilaridade (kg/m².h¹/²)
I1	5,52
I2	2,51
I3	3,78
I4	4,43
I5	3,77

Analisando os valores da tabela anterior, I1 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se I4, I3, I5 e I2, respetivamente. Através do gráfico, analisa-se que I3 absorve mais rapidamente água que as outras amostras, estabilizando a sua massa. Tal pode-se fundamentar pelas características da sua chacota bem como como as lacunas visíveis que apresentava.

#### • Amostra J

No gráfico da Figura 82, apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra J, onde é possível obter-se o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, J1, J2 e J3, respetivamente.

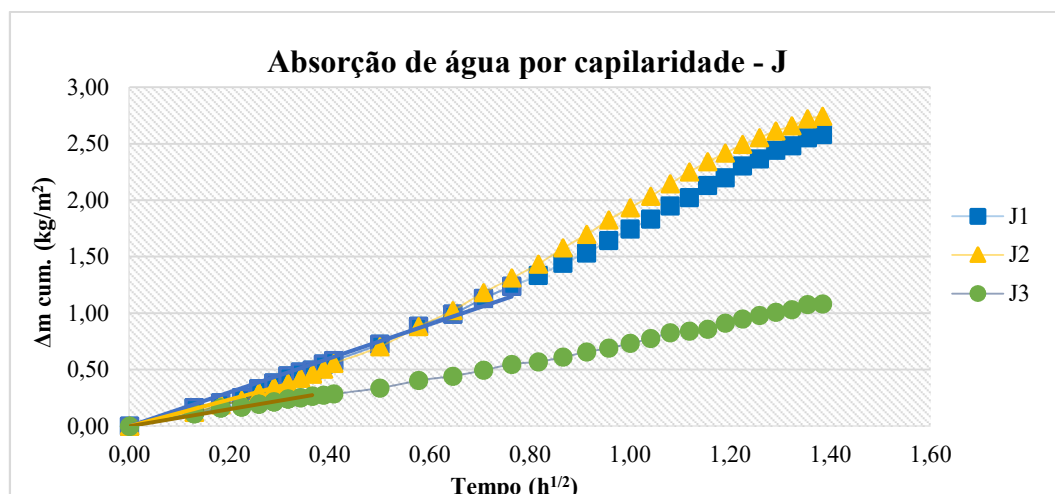


Figura 82 - Representação gráfica do comportamento capilar de J.

Na Tabela 44, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra J.

Tabela 44 - Coeficientes de capilaridade da amostra J.

Amostra	Coefficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
<b>J1</b>	1,50
<b>J2</b>	1,18
<b>J3</b>	0,75

Com base na tabela anterior, J1 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se J2 e J3, respetivamente. Através do gráfico, verifica-se que no geral a amostra apresenta o mesmo comportamento a nível de velocidade de absorção, apresentando uma absorção lenta de água.

- **Amostra K**

No gráfico seguinte apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra K, onde é possível retirar-se o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, K1, K2, K3 e K4, respetivamente.

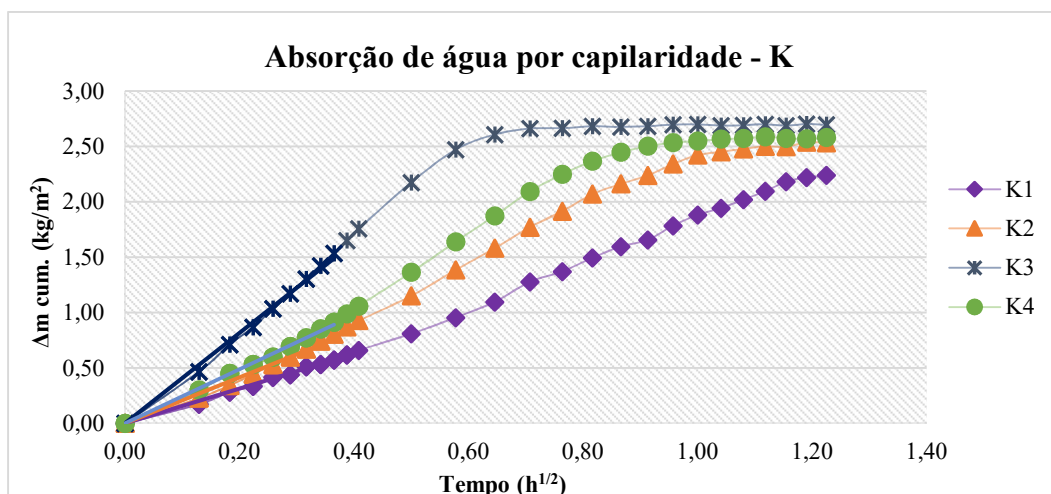


Figura 83 - Representação gráfica do comportamento capilar de K.

Na Tabela 45, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra K.

Tabela 45 - Coeficientes de capilaridade da amostra K.

Amostra	Coeficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
K1	1,57
K2	2,07
K3	4,08
K4	2,44

De acordo com os valores tabelados, K3 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se K4, K2 e K1, respetivamente. Neste caso, K3 absorve rapidamente água, estabilizando. As outras amostras demoram mais tempo a absorver, apresentando uma velocidade baixa de absorção de água.

- **Amostra L**

No gráfico seguinte (Figura 84) apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra L, onde é possível obter-se o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, L1, L2, L3, L4 e L5, respetivamente.

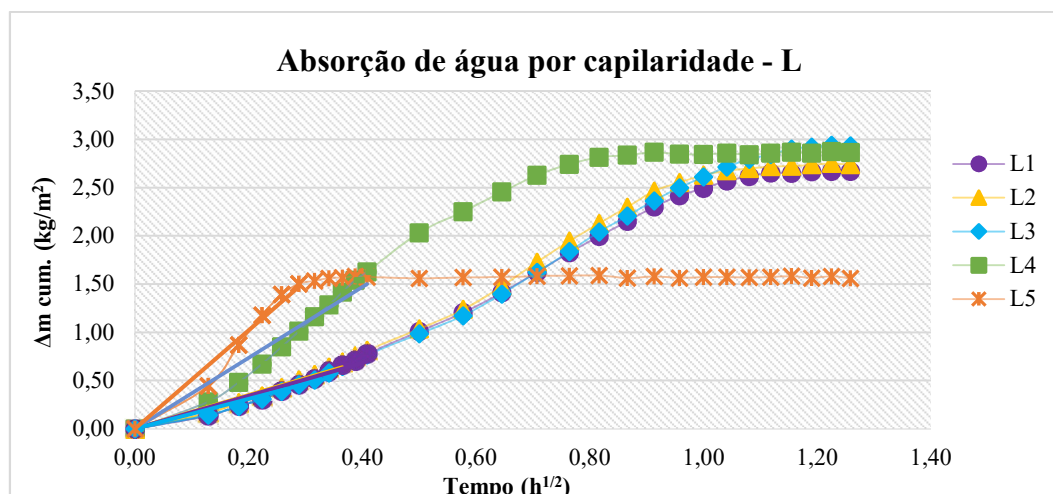


Figura 84 - Representação gráfica do comportamento capilar de L.

Na Tabela 46, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra L.

Tabela 46 - Coeficientes de capilaridade da amostra L.

Amostra	Coeficiente de capilaridade ( $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$ )
L1	1,71
L2	1,75
L3	1,55
L4	3,67
L5	5,09

Através da tabela anterior, é possível concluir que L5 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se L4, L2, L1 e L3, respetivamente. L5 e L4 apresentam grande discrepância nos resultados, podendo justificar-se pela degradação que apresentam, bem como pela chacota, que é notoriamente distinta das restantes.

- **Amostra M**

Seguidamente apresentam-se os valores da capacidade de absorção da amostra M na Figura 85, onde é possível obter o valor do coeficiente de absorção que é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, M1, M2, M3 e M4, respetivamente.

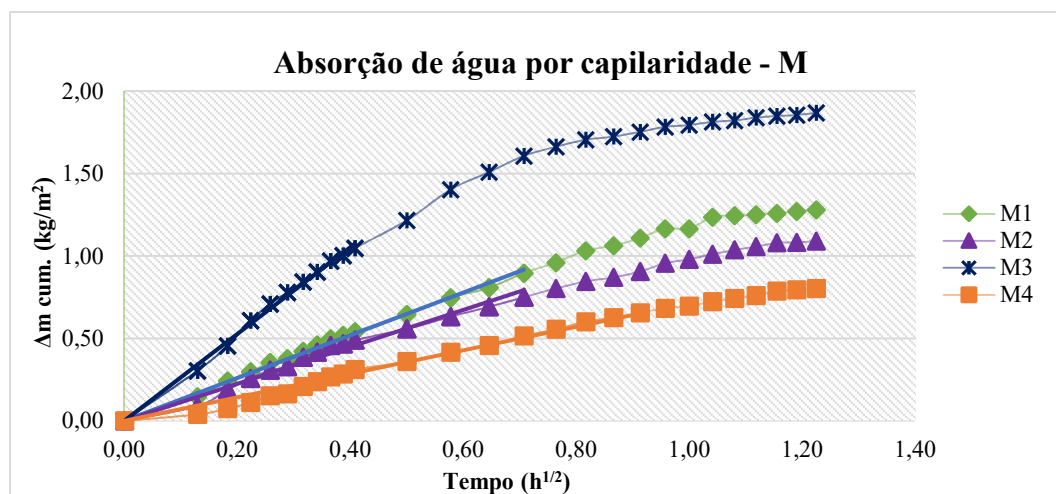


Figura 85 - Representação gráfica do comportamento capilar de M.

Na Tabela 47, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra M.

Tabela 47 - Coeficientes de capilaridade da amostra M.

Amostra	Coefficiente de capilaridade (kg/m².h¹/²)
M1	1,30
M2	1,12
M3	2,63
M4	0,71

De acordo com os valores tabelados, M3 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se M1, M2 e M4, respetivamente. Analisando o gráfico acima supracitado, a absorção ocorre de forma lenta, tendo M1, M2, M3 e M4 praticamente o mesmo comportamento.

- **Amostra N**

De seguida apresenta-se a Figura 86, em que se mostra os valores da capacidade de absorção da amostra N, sendo que o valor do coeficiente de absorção é dado pelo declive da reta tangente a cada curva, N1, N2, N3 e N4, respetivamente.



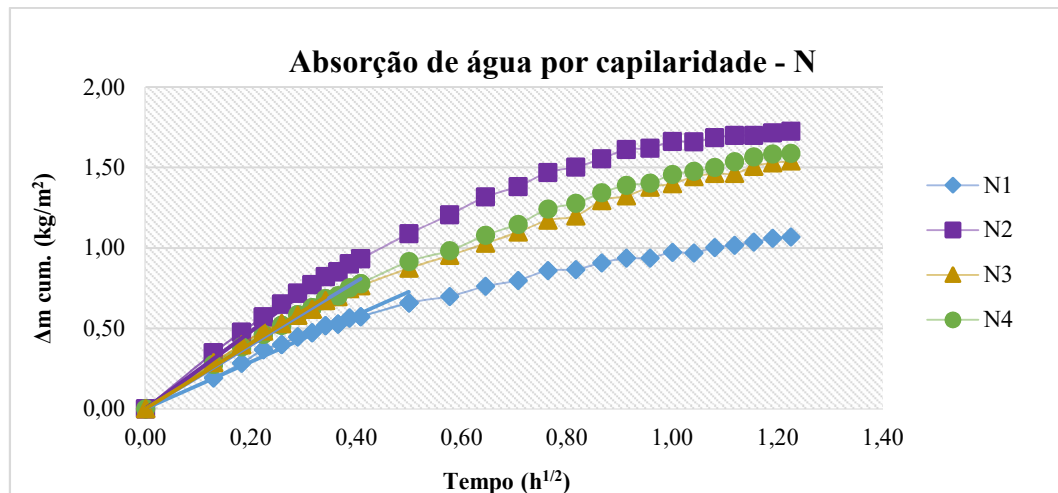


Figura 86 - Representação gráfica do comportamento capilar de N.

Na Tabela 48, mostram-se os valores dos coeficientes de absorção capilar da amostra N.

Tabela 48 - Coeficientes de capilaridade da amostra N.

Amostra	Coeficiente de capilaridade (kg/m <sup>2</sup> .h <sup>1/2</sup> )
N1	1,45
N2	2,40
N3	2,03
N4	1,98

De acordo com os valores tabelados, N2 apresenta o maior valor de coeficiente de absorção capilar seguindo-se N4, N3 e N1, respetivamente. Os valores não apresentam grande discrepância, podendo-se concluir que no geral a amostra teve uma lenta absorção de água no decorrer do tempo, demorando a atingir o ponto de saturação.

- Análise média comparativa das amostras de azulejos**

Com o intuito de se proceder à análise comparativa dos valores de capilaridade, fez-se uma média dos mesmos em cada amostra, como se pode observar na Figura 87.



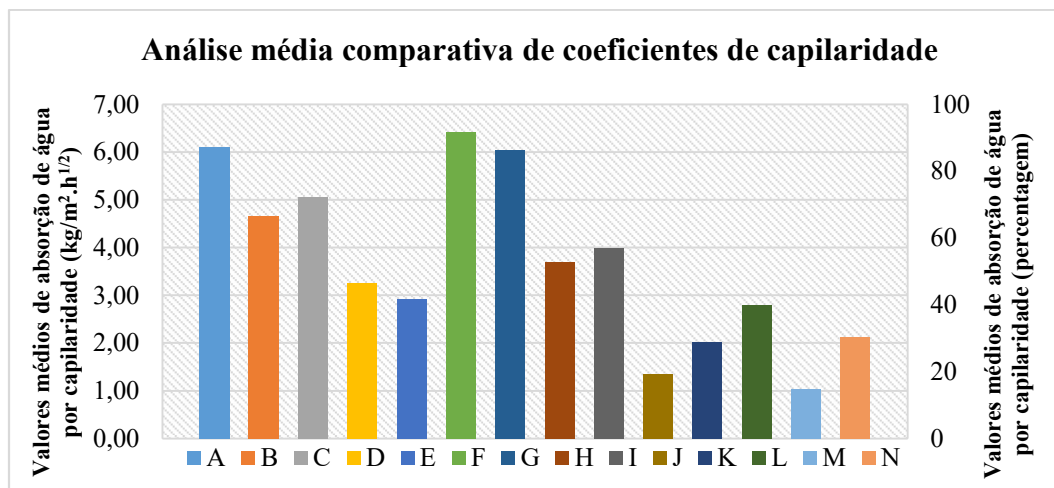


Figura 87 - Representação gráfica da análise média comparativa de cada amostra.

Analisando comparativamente os valores dos coeficientes de todas as mostras estudadas, é possível concluir que a amostra F é a que apresenta o valor médio do coeficiente de absorção por capilaridade maior, que se pode fundamentar pelo fato dos azulejos se apresentarem todos com fissurações, o que faz com que os mesmos sejam mais permeáveis. Por sua vez, a amostra M apresenta os valores de coeficientes de absorção mais baixos, o que se pode justificar por se apresentar em melhor estado de conservação relativamente às outras amostras estudadas, sendo que as características materiais intrínsecas à produção dos próprios azulejos relevante.

A variação de absorção capilar notória entre as amostras estudadas é absolutamente aceitável, uma vez que há heterogeneidade nos azulejos, tanto a nível de composição química da chacota como no seu estado de degradação e, ainda, poder-se-á considerar variáveis como a idade e as técnicas utilizadas.

### 5.3.2. Comportamento capilar dos produtos utilizados nos azulejos

Nos seguintes tópicos apresentam-se os resultados de cada produto dos valores dos coeficientes de absorção de água por capilaridade obtidos, bem como uma justificação dos mesmos. Ainda na presente secção, analisa-se a média dos valores obtidos, fazendo-se uma análise comparativa entre os produtos.

Na Tabela 49, indicam-se o diâmetro e a área de superfície em contacto com a água de cada amostra de produto.

Tabela 49 - Características das amostras dos produtos

Produtos	Diâmetro (mm)	Área da superfície de contacto (mm <sup>2</sup> )
<b>PASTA DE DARWIN</b>	12,068	114,383
<b>PROFILL</b>	11,036	95,656
<b>WOOD FILLER</b>	11,216	98,802
<b>EPOSURF</b>	10,170	81,233
<b>MKZL</b>	11,036	95,656

Note-se que o geopolímero MK1000 não foi submetido ao presente ensaio devido a ter fissurado e que MK1000C foi sujeito ao ensaio, todavia ao fim de 1 minuto, devido à elevada absorção de água, desagregou-se, não sendo possível finalizar o ensaio nesta amostra. Assim, seguidamente apresentam-se as representações gráficas dos resultados obtidos nos produtos estudados, no presente ensaio.

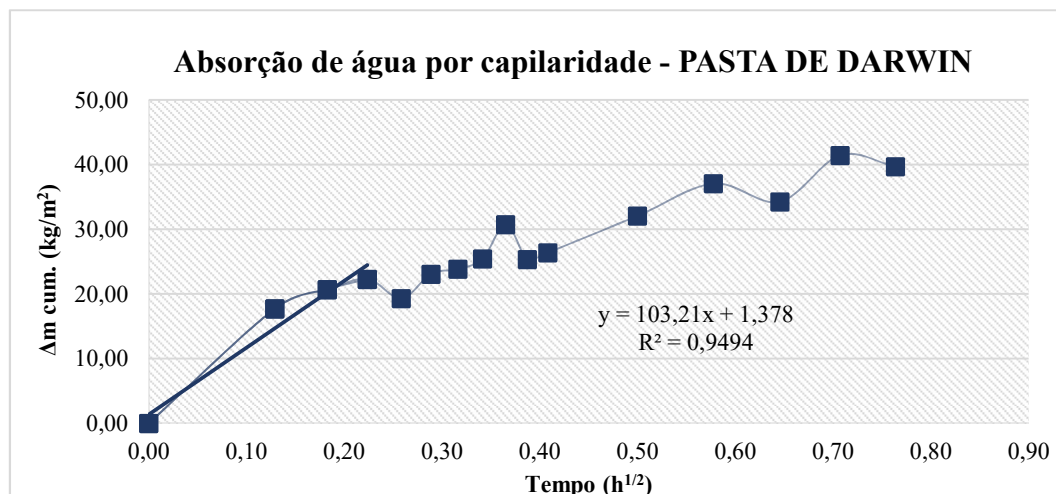


Figura 88 - Representação gráfica do comportamento capilar da PASTA DE DARWIN.

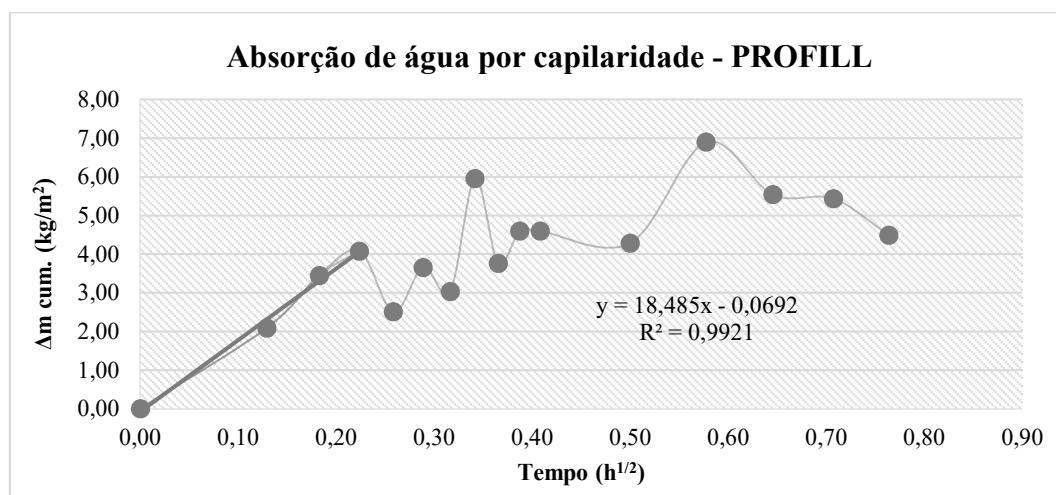


Figura 89 - Representação gráfica do comportamento capilar do PRO-FILL.

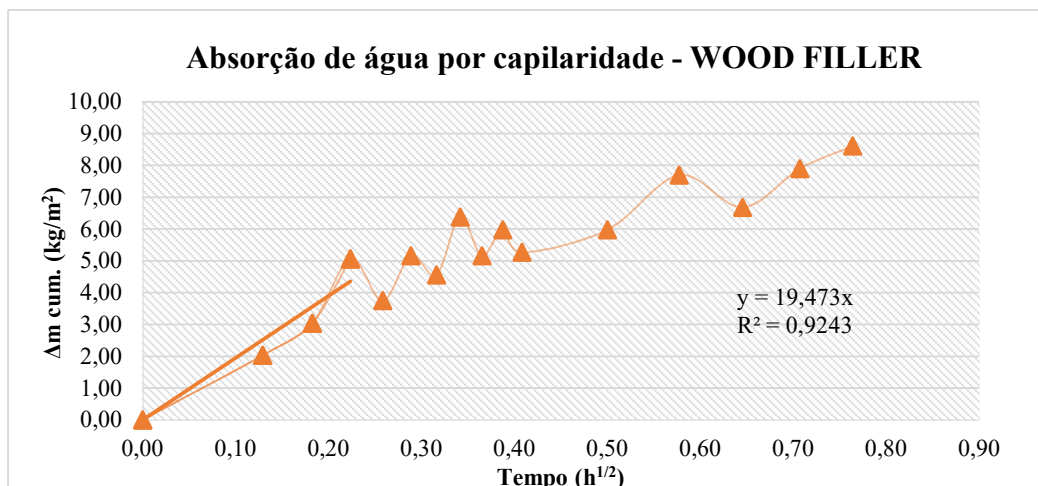


Figura 90 - Representação gráfica do comportamento capilar do WOOD FILLER.

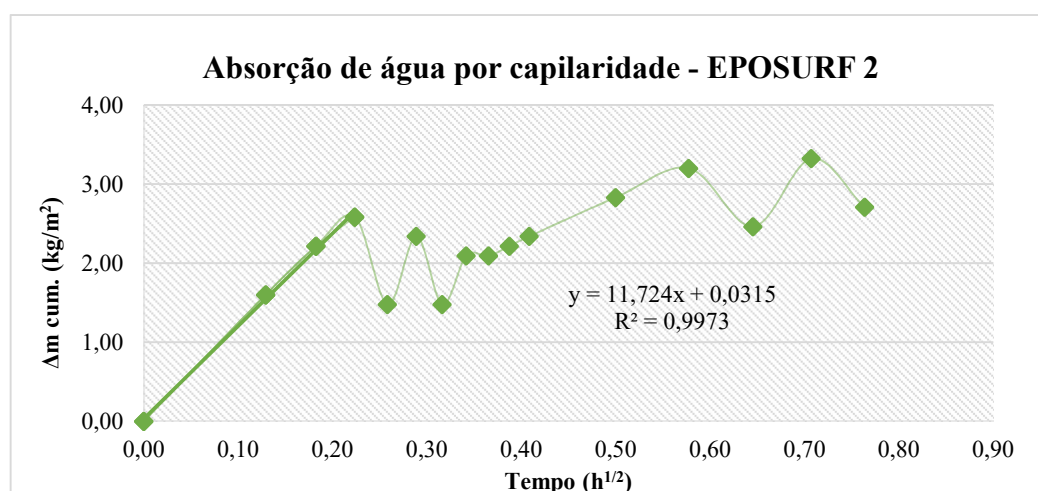


Figura 91 - Representação gráfica do comportamento capilar do EPOSURF 2.

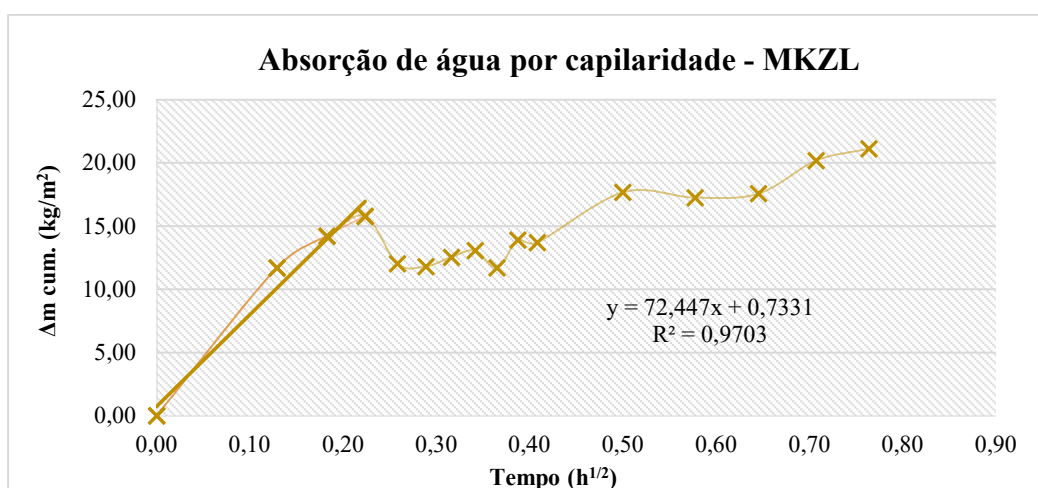


Figura 92 - Representação gráfica do comportamento capilar do MKZL.

Tabela 50 - Coeficientes de capilaridade das amostras de produtos.

Amostra	Coeficiente de capilaridade (kg/m <sup>2</sup> .h <sup>1/2</sup> )
PASTA DE DARWIN	103,21
PRO-FILL	18,49
WOOD FILLER	19,47
EPOSURF 2	11,72
MKZL	72,45

De acordo com a análise dos gráficos e da tabela supracitados, o produto que apresenta o pior comportamento face à água é a PASTA DE DARWIN, seguindo-se o MKZL, o WOOD FILLER, o PRO-FILL e, por fim, o EPOSURF 2. Tal fundamenta-se, por este produto se apresentar na forma de pasta, sendo um produto bastante higroscópico.

O valor mais reduzido do coeficiente de capilaridade é exibido pelo EPOSURF 2, que se justifica pelas boas características que este produto apresenta de resistência à água.

#### 5.4. Permeabilidade ao vapor de água

Com base na norma EN 1015-19 (CEN, 1998a), a permeabilidade ao vapor de água (Wpv) relaciona-se com o coeficiente de resistência à difusão do vapor de água ( $\mu$ ). Este coeficiente calcula-se a partir da permeância ao vapor de água ( $\Lambda$ ). A espessura da camada de ar de difusão equivalente ( $S_d$ ) é calculada pela multiplicação do coeficiente de resistência à difusão do vapor de água pela espessura. Nas equações (2), (3) e (4) relacionam-se estes parâmetros (Páscoa, 2012).

$$\Lambda = \frac{1}{A \times \Delta p / (\Delta G / \Delta t) - R_A} \quad (2)$$

$$\mu = \frac{1,94 \times 10^{-10}}{\Lambda \times e} \quad (3)$$

$$S_d = \frac{195}{\Lambda} - 0,01 \quad (4)$$

Onde:

$e$  – espessura da amostra, em m;

$R_A$  – resistência ao vapor de água da camada de ar entre a solução e a amostra [ $0,048 \times 10^9$  Pa.m<sup>2</sup> s/kg por cada 10 mm de camada de ar];

$A$  – área da superfície da amostra, em  $m^2$ ;

$\Delta p$  – diferença de pressão entre o interior e o exterior do conjunto, em Pa;

$S_d$  – espessura da camada de ar de difusão equivalente, em m.

A diferença de pressão ( $\Delta p$ ) entre o lado em contacto com o exterior e o lado sujeito a uma solução de nitrato de potássio é determinada tendo em conta que no interior do conjunto a temperatura do ar existente entre a superfície da amostra e a solução é de 23°C. Recorrendo a uma curva psicométrica, através do *software* Termol I, para um valor de humidade relativa de 92%, a pressão correspondente é igual a 19,5 mmHg.

#### 5.4.1. Análise dos azulejos

No presente ensaio, o principal objetivo é que as amostras apresentem o valor de espessura da camada de ar de difusão equivalente ( $S_d$ ) o mais elevado possível, para que as amostras sejam o menos permeáveis possível. Seguidamente, apresentam-se a Tabela 51 e a Figura 93, onde se expõem os resultados obtidos.

Tabela 51 - Valores obtidos na análise do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.

Amostra	$e$ m	DM 24 h	Fluxo (J) (kg/s) $\times 10^{-9}$	$\Lambda$ kg/m <sup>2</sup> .s. Pa	$W_{pv}$ kg/m.s.P a( $\times 10^{-3}$ )	$\mu$	$S_d$ m ( $\times 10^{-3}$ )	$W_{pv}$ N ( $\times 10^{-8}$ )
<b>B2</b>	0,01	1,22	14,08	261,21	2,9	74,19	0,82	3,22
<b>B3</b>	0,01	1,20	13,93	254,8	2,83	76,05	0,84	3,14
<b>B4</b>	0,01	1,38	16,01	292,91	3,25	66,16	0,73	3,61
<b>E2</b>	0,01	1,23	14,20	259,74	2,86	74,61	0,82	3,14
<b>E3</b>	0,01	0,68	7,91	144,69	1,59	133,90	1,47	1,75
<b>E4</b>	0,01	0,72	8,29	151,75	1,67	127,70	1,40	1,84
<b>H3</b>	0,01	0,69	7,95	145,4	1,31	133,31	1,20	1,18
<b>H4</b>	0,01	1,60	18,56	349,06	3,14	55,53	0,50	2,83
<b>K3</b>	0,01	0,61	7,02	130,25	1,45	148,78	1,65	1,60
<b>K5</b>	0,01	0,74	8,56	168,08	1,85	115,29	1,27	2,03
<b>L1</b>	0,01	0,60	6,91	135,53	1,36	143,00	1,43	1,36
<b>L2</b>	0,01	0,66	7,68	150,67	1,51	128,63	1,29	1,51
<b>MÉDIA</b>	0,01	0,94	10,92	203,68	2,14	106,43	1,12	2,27

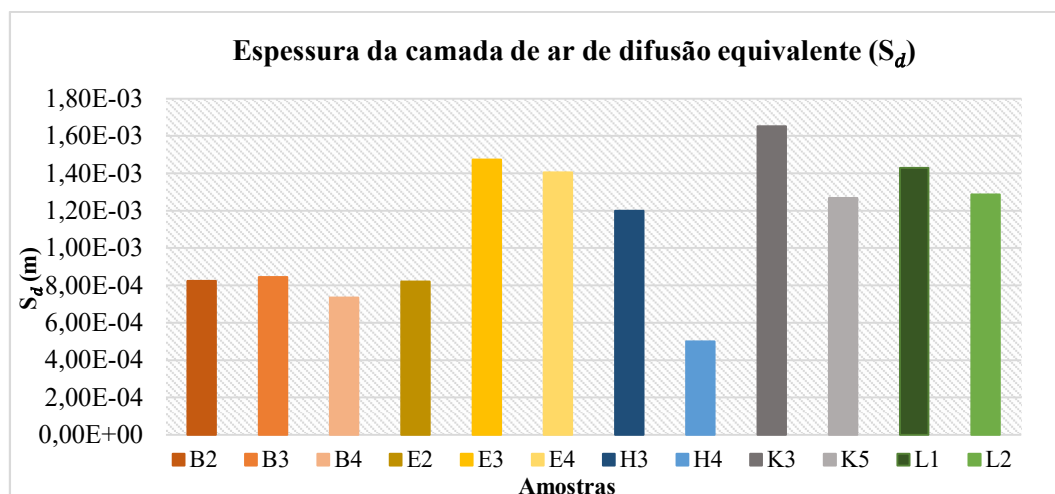


Figura 93 - Valores da espessura da camada de ar de difusão equivalente das amostras.

Como se pode analisar através da tabela e do gráfico supramencionados, K3 é a que apresenta o maior valor de espessura da camada de difusão equivalente, pelo que se pode concluir que é a menos permeável. Paralelamente, H4 apresenta-se com o valor mais baixo de espessura da camada de difusão equivalente, que permite considerar esta amostra como a mais permeável. Curiosamente, os saís que se formaram em H4, não se encontravam nas zonas de descasque, o que se pode justificar por o vidrado ser colocado por cima do cerâmico.

Deste modo, é possível concluir que o azulejo tem elevada influência na análise deste parâmetro, uma vez que os fatores de variabilidade da sua composição e estado de conservação, ditam os resultados deste ensaio.

É de notar que o vidrado tem uma função de tornar o azulejo mais impermeável.

Na Figura 94, apresenta-se o registo fotográfico do término do ensaio de permeabilidade ao vapor de água, onde se observa o aspeto visual das amostras.



- Observação visual da degradação das amostras no decorrer dos ciclos

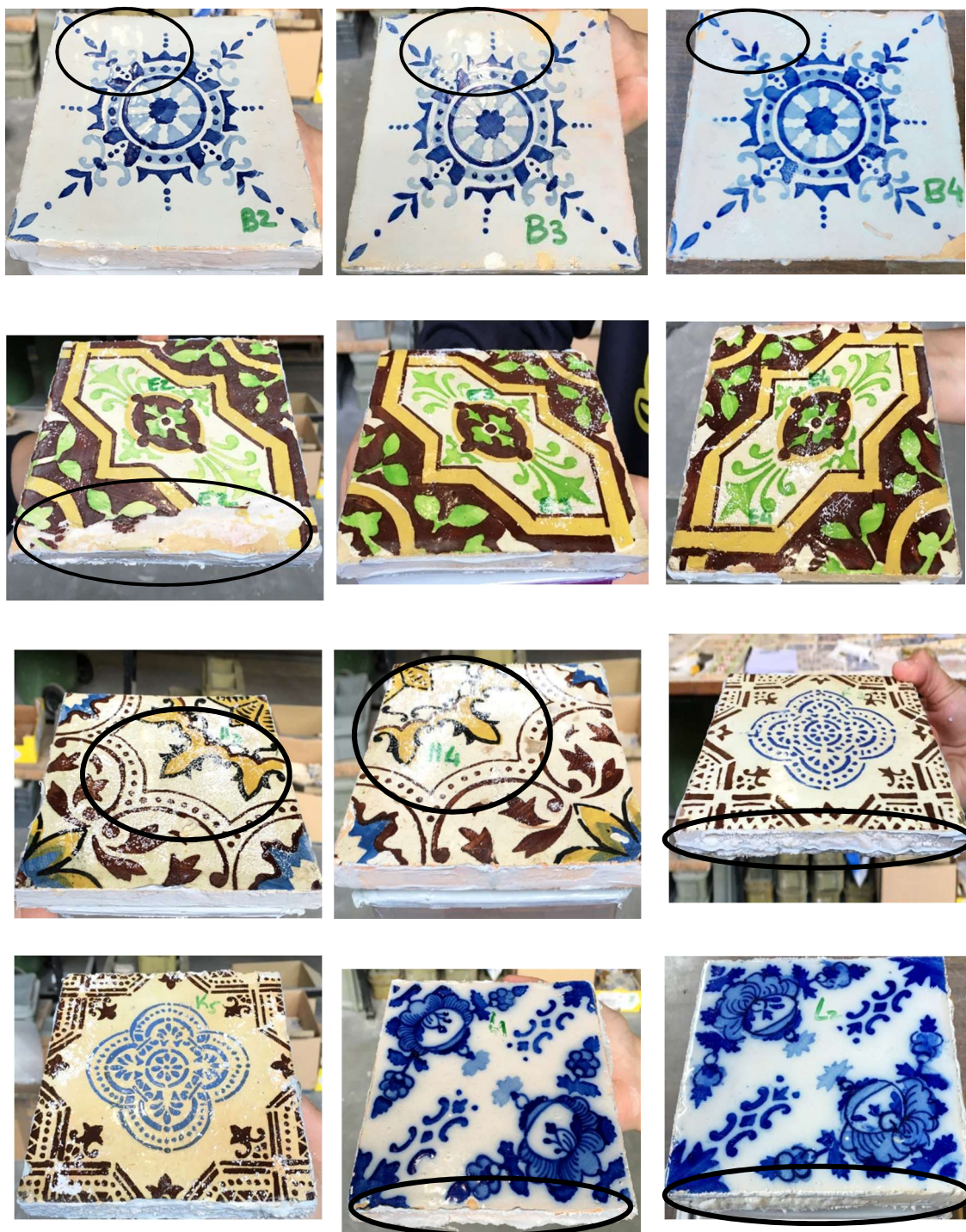


Figura 94 - Registo fotográfico das amostras no fim do ensaio de permeabilidade ao vapor de água.

É, assim, visível que em todas as amostras ocorreram formação de sais, o que conduz à conclusão de que na sua composição os azulejos têm cloretos e sulfatos em abundância.

O efeito de cristalização de sais solúveis ocorre nos espaços porosos, alimentando-se da solução que se encontra na rede dos capilares (Apontamentos da Unidade Curricular Conservação e Reabilitação da Construção, 2014). Quando se dá na superfície, ocorre a formação de eflorescências. Ainda, é notório a degradação do vidrado das amostras, principalmente na amostra E, pelo que as mesmas se tornaram mais permeáveis ao longo do ensaio.

#### 5.4.2. Análise dos produtos

Neste subcapítulo, que se propõe à análise do comportamento dos produtos, o principal objetivo é que as amostras dos produtos obtenham o valor de espessura da camada de ar de difusão equivalente ( $S_d$ ) o mais elevado possível, para que apresentem uma baixa permeabilidade. De seguida, apresenta-se a Tabela 52, onde se encontram as principais características das amostras dos produtos, pertinentes à obtenção de resultados.

Tabela 52 - Características principais das amostras de produtos em estudo.

<b>Características das amostras</b>	<b>EPOSURF</b>	<b>WOOD FILLER</b>	<b>PRO FILL</b>	<b>DARWIN</b>
<b>Espessura (mm)</b>	11,10	11,10	11,10	11,00
<b>Diâmetro (mm)</b>	133,22	132,34	131,67	128,89
<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	0,014	0,014	0,014	0,013
<b>Massa inicial (g)</b>	153,17	249,75	307,57	288,21

Na Tabela 53, tem-se os resultados do ensaio de permeabilidade ao vapor de água dos produtos estudados.

Tabela 53 - Valores obtidos no ensaio de permeabilidade ao vapor de água

<b>Amostras</b>	<b><math>e</math></b>	<b>DM</b>	<b>Fluxo (J)</b>	<b><math>\Lambda</math></b>	<b><math>W_{pv}</math></b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>S_d</math></b>	<b><math>W_{pv}</math></b>
	<b>m</b>	<b>24 h</b>	<b>(kg/s) x <math>10^{-9}</math></b>	<b>kg/m<sup>2</sup>.s. Pa</b>	<b>kg/m.s. Pa x(<math>10^{-5}</math>)</b>		<b>m x (<math>10^{-2}</math>)</b>	<b>N (<math>10^{-8}</math>)</b>
<b>EPOSURF</b>	0,01	0,02	0,21	5,86	6,50	3309,63	3,67	7,21
<b>W.FILLER</b>	0,01	0,04	0,41	11,33	12,60	1710,70	1,90	14,00
<b>PROFILL</b>	0,01	0,03	0,39	10,90	12,10	1778,18	1,97	13,40
<b>P. DARWIN</b>	0,01	5,25	60,71	1789,55	1970,0	10,83	0,02	2170,0



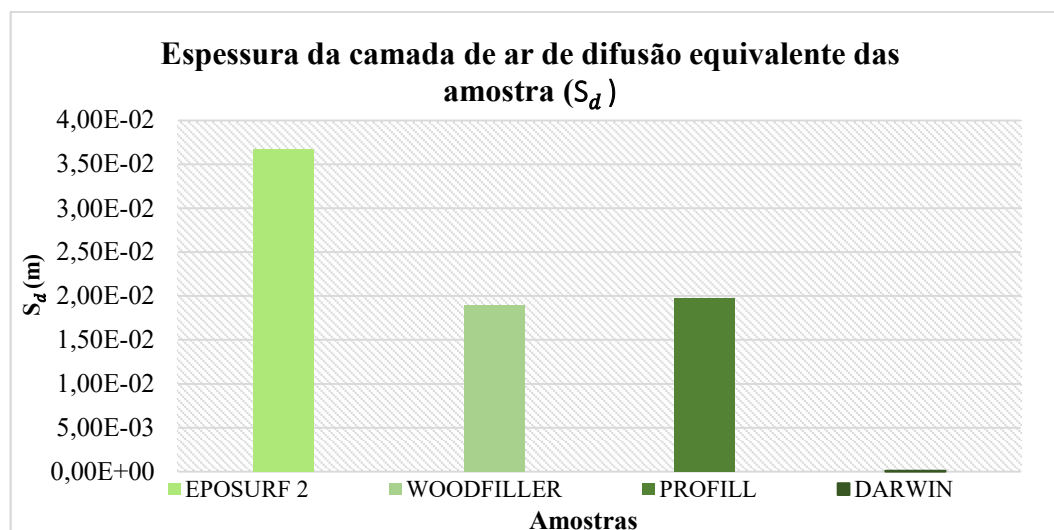


Figura 95 - Representação gráfica dos valores de  $S_d$ .

O produto que se apresenta mais permeável é a pasta de Darwin, seguindo-se o WOOD FILLER, o PROFILL e, por fim, o EPOSURF 2.

Isto é possível concluir, dado que o valor de espessura da camada de difusão equivalente é maior na pasta de Darwin.

### 5.5. Envelhecimento artificial acelerado

O presente ensaio, realizado com base em alterações a nível da temperatura e humidade relativa, permite avaliar o comportamento das amostras ensaiadas quando sujeitas a variações díspares de condições atmosféricas, avaliando se as exigências funcionais são satisfeitas.

Os valores adimensionais da perda de massa resultante, encontram-se na Tabela 54, bem como os valores adimensionais médios representados graficamente na Figura 96. Ainda, no anexo B, secção B.4., apresentam-se os valores das massas registadas ao longo dos ciclos.

Tabela 54 - Percentagem da perda da massa durante o ensaio de envelhecimento artificial acelerado.

Perda de massa de cada amostra (%)							
Ciclos	1	2	3	4	5	6	7
<b>Início</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>1</b>	-1,3%	-0,3%	-0,7%	-1,8%	-0,1%	-3,0%	-7,0%
<b>2</b>	-1,4%	-0,3%	-0,7%	-0,6%	-0,1%	-1,6%	-9,3%
<b>3</b>	-1,5%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-9,3%
<b>4</b>	-1,3%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-9,3%
<b>5</b>	-1,3%	-0,2%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-9,3%
<b>6</b>	-1,5%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-9,5%
<b>7</b>	-1,3%	-0,2%	-0,6%	-0,6%	-0,1%	-1,6%	-9,5%
<b>8</b>	-1,1%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,3%	-2,5%	-9,9%
<b>9</b>	-1,3%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-10,0%
<b>10</b>	-1,5%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-10,0%
<b>11</b>	-1,4%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>12</b>	-1,4%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>13</b>	-1,5%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>14</b>	-1,3%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>15</b>	-1,2%	-0,2%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>16</b>	-1,0%	-0,3%	-0,6%	-0,4%	-0,1%	-1,7%	-
<b>17</b>	-1,3%	-0,1%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,4%	-
<b>18</b>	-1,5%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>19</b>	-1,3%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>20</b>	-1,3%	-0,3%	-0,7%	-0,7%	-0,1%	-1,7%	-
<b>Média</b>	-1,3%	-0,3%	-0,7%	-0,8%	-0,1%	-1,8%	-9,3%

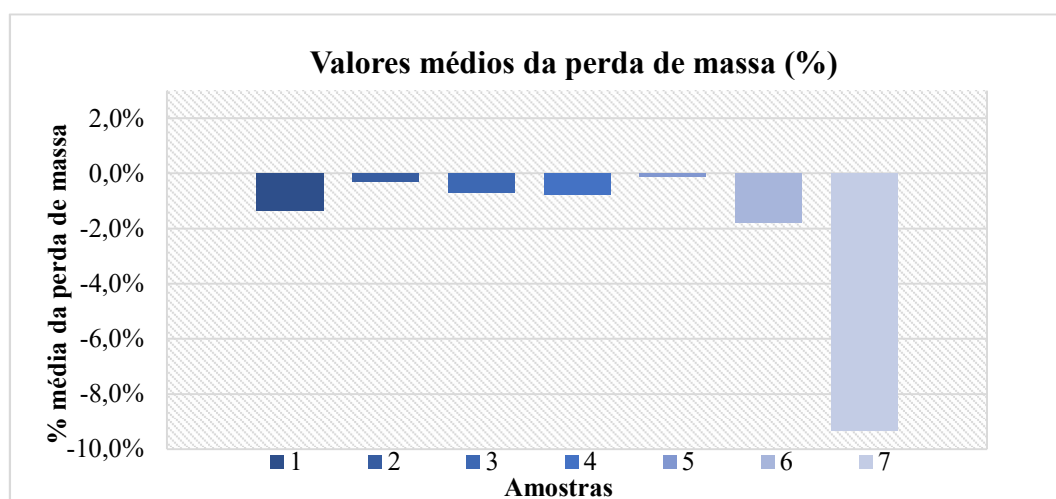











Figura 96 - Representação gráfica dos valores médios da perda de massa, em %.

Segundo a análise da tabela e do gráfico supramencionados, pode-se concluir que a amostra 7 (geopolímero) apresenta maior percentagem de perda de massa ao longo dos












ciclos decorridos, enquanto que a amostra 5 apresenta-se como a que apresenta menor percentagem.

Ainda, foi realizado o registo fotográfico das amostras no início, no 10º ciclo e no 20º ciclo, como se pode observar na Tabela 55, de modo a ser possível uma avaliação do estado de conservação das amostras no fim do ensaio.

Tabela 55 - Registo fotográfico da evolução material.

Amostra	Início	10º Ciclo	20º Ciclo
1			
2			
3			



Amostra	Início	10º Ciclo	20º Ciclo
4			
5			
6			
7			-

Analisando o registo fotográfico das amostras, é de realçar a notória distinção de cor nas fotografias apresentadas, que se justifica pelo registo não poder ser efetuado sempre à mesma hora, dado que alguns ciclos terminavam em horário noturno, sendo por isso diferente a luminosidade conseguida. Também, é possível verificar que todas as amostras sofreram alterações, sendo evidente a degradação com o decorrer dos ciclos.

A amostra 1 sofreu inicialmente uma deformação na zona de preenchimento, que ocorreu devido à baixa resistência que o PARALOID e A120/200 em conjunto possuem, não sendo os mais indicados para fachadas exteriores. Assim, pode-se concluir que o PARALOID funciona conforme pretendido na zona de colagem e na reintegração volumétrica, sendo mais utilizado para reintegração volumétrica e cromática do azulejo. Relativamente à amostra 2, esta revelou-se resistente no que respeita à colagem dos fragmentos cerâmicos e no preenchimento, apresentando apenas amarelecimento na zona de preenchimento da lacuna, devido à existência de sais. O EPOSURF 2, como material de reintegração não funcionou, aconteceu destacamento do próprio vidrado.

A SINTOLIT, produto utilizado na amostra 3, não resistiu no decorrer do tempo às variações de temperatura e humidade relativa, revelando-se um material pouco resistente no método de colagem e no preenchimento da lacuna evidente no azulejo, quando sujeito à adição de carbonato de cálcio, um ativador alcalino. Na reintegração apesar de apresentar bolhas no fim do ensaio, o produto manteve-se coeso não havendo perda de material. Na amostra 6, quando adicionada PASTA DE DARWIN à SINTOLIT, a mistura reagiu de forma positiva às alterações atmosféricas a que foi condicionada, não sofrendo nem fissuras, nem amarelecimento, picos ou bolhas. Apenas no último ciclo, o produto aplicado na zona de preenchimento, desintegrou-se. No decorrer dos ciclos, o azulejo foi sofrendo degradação notória no vidrado, principalmente no canto inferior esquerdo.

No que diz respeito ao PRO-FILL, utilizado na amostra de azulejo 4, pode-se concluir que para colmatar azulejos antigos não é a melhor opção, uma vez que se apresenta como um produto com boas características, devendo ser utilizado em materiais fabricados recentemente que permitam um bom funcionamento do cerâmico/produto e vice-versa. Todavia, pode-se acrescentar que no processo de colagem revelou-se um produto promissor e no preenchimento e reintegração não funcionou como pretendido, dado que fissurou com o decorrer dos ciclos. A amostra 5, a ICOSIT K101N, suportou as variações de temperatura e humidade relativa não havendo perda de produto, sendo um ótimo

agente da colagem do cerâmico. Apenas na zona de preenchimento sofreu amarelecimento não afetando nas suas propriedades e resistência. Também, na mesma zona, sofreu empolamento (ou expansão volumétrica) que se justifica pela reação de hidratação que ocorre depois da aplicação do produto e pela incidência de ciclos de verão, pois o calor é o um fator que propulsiona esta patologia nos materiais.

Por fim, a amostra 7 em que foi usado o geopolímero MKZL como meio de restauro, a degradação do produto é evidente no 10º ciclo e aconteceu logo após o 1º ciclo, sendo este de verão (Anexo B, secção B.4.). Como se pode observar, a desintegração do geopolímero ocorre na zona de preenchimento, podendo-se concluir que em temperaturas elevadas o presente produto possui baixa resistência.

### 5.6. Resistência à compressão

O presente ensaio foi realizado com adaptação da norma *European Committee for Standardization (CEN). NP EN 1015-11: Determinação da resistência à flexão e à compressão de argamassas de reboco endurecidas*, 1999.

Na realização do ensaio de resistência à compressão ( $R_c$ ), a primeira etapa foi registar as dimensões que cada provete apresentava utilizando a craveira (Figura 97) e, seguidamente, procedeu-se à colocação da amostra no equipamento para se iniciar o ensaio.



Figura 97 - Medição da altura do provete.

Com auxílio do equipamento, utilizou-se uma célula de carga de 100 KN, registando-se o valor da força máxima de compressão, suportada pelas amostras. Deste modo, determina-se a tensão máxima de rotura à compressão ( $R_c$ ) através da seguinte expressão:

$$R_c = \frac{F_c}{S} \quad (5)$$

Onde:

$R_c$  – tensão máxima de rotura à compressão (MPa);

$F_c$  – força máxima na rotura (N);

$s$  – área de compressão (mm<sup>2</sup>).

Na Tabela 56, encontram-se as principais características de cada amostra para a realização deste ensaio, bem como os dias a que foram ensaiados.

Tabela 56 - Principais características das amostras.

Designação do Geopolímero	Dimensões			Ensaio
	Altura (mm)	Diâmetro (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Dias
<b>MKZL</b>	63,80	32,82	845,99	7
	61,80	33,00	855,30	14
	65,89	32,69	839,30	28
	62,20	32,18	813,32	60
<b>MK1000</b>	66,15	33,19	865,18	7
	64,30	33,10	860,49	14
	64,60	33,15	863,09	28
	65,34	32,94	852,19	60
<b>MK1000C_pH 11</b>	-	-	-	7
	-	-	-	14
	55,46	30,66	738,30	28
	57,50	30,25	718,69	60

O registo fotográfico efetuado no decorrer do ensaio aos 7 dias, por exemplo, encontra-se na Figura 98, Figura 99 e Figura 100, bem como os valores obtidos de resistência à compressão apresentam-se na Tabela 57.



Figura 98 - Ensaio de resistência à compressão de MKZL aos 7 dias.



Figura 99 - Ensaio de resistência à compressão de MK1000 aos 7 dias.



Figura 100 - Ensaio de resistência à compressão de MK1000C aos 7 dias.

Tabela 57 - Valores médios obtidos da resistência à compressão ( $R_c$ ).

Designação do Geopolímero	$R_c$ (MPa)			
	7 Dias	14 Dias	28 Dias	60 Dias
<b>MKZL</b>	3,01	2,72	4,55	1,56
<b>MK1000</b>	0,97	1,13	0,99	0,51
<b>MK1000C</b>	-	-	0,33	0,15

Com base, na Tabela 57, aos 7 dias o geopolímero que apresenta maior resistência é o MKZL. Por sua vez, o MK1000 apresenta uma resistência de 0,97 MPa, apresentando-se com a menor resistência. O geopolímero MK1000C não foi sujeito ao ensaio aos 7 e 14 dias devido à amostra não se encontrar consolidada. Aos 28 e 60 dias as três amostras foram sujeitas ao ensaio, registando-se a maior resistência no MKZL, seguindo-se MK1000 e, posteriormente, MK1000C com uma resistência de 0,15 MPa aos 60 dias.



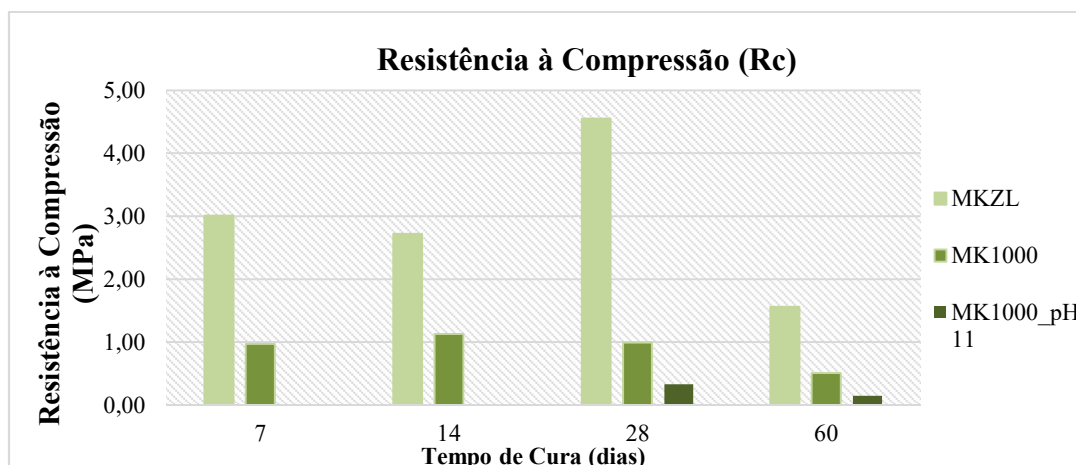


Figura 101 - Representação gráfica do ensaio de resistência à compressão.

Os valores obtidos apresentam-se díspares, devido à variação da composição dos geopolímeros, conduzindo a que os mesmos não tenham o mesmo comportamento mecânico face às forças aplicadas.

### 5.7. Resistência à tração

O ensaio de resistência à tração ( $R_t$ ) foi realizado com adaptação da norma *European Committee for Standardization (CEN). NP EN 1015-11: Determinação da resistência à flexão e à compressão de argamassas de reboco endurecidas*, 1999.

O presente ensaio, iniciou-se com o registo da dimensão (em milímetros) que a fissura de cada amostra apresentava utilizando a craveira (Figura 102 e Tabela 58).

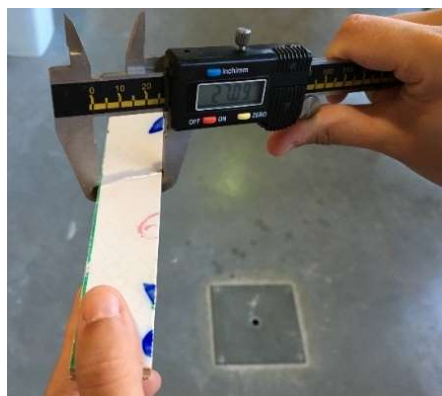


Figura 102 - Medição da fissura da amostra com a craveira.

A tensão máxima de rotura à tração ( $R_t$ ) é obtida através da expressão que se segue.

$$R_t = \frac{F_t}{s} \quad (6)$$

Onde:

$R_t$  – tensão máxima de rotura à tração (MPa);

$F_t$  – força máxima de rotura na tração (N);

$s$  – área de compressão (mm<sup>2</sup>).

Tabela 58 - Dimensão das amostras em estudo no ensaio de resistência à tração.

Referência	Dimensão (mm)	Referência	Dimensão (mm)	Referência	Dimensão (mm)
<b>1.1</b>	24,38	<b>2.3</b>	25,46	<b>5.2</b>	30,88
<b>1.2</b>	21,41	<b>4.1</b>	24,38	<b>5.3</b>	26,44
<b>1.3</b>	-	<b>4.2</b>	25,82	<b>6.1</b>	26,36
<b>2.1</b>	24,42	<b>4.3</b>	24,50	<b>6.2</b>	28,99
<b>2.2</b>	28,56	<b>5.1</b>	33,64	<b>6.3</b>	26,88

Seguidamente, procedeu-se à colocação de cada amostra no equipamento para se proceder ao ensaio, como se pode observar na Figura 103.

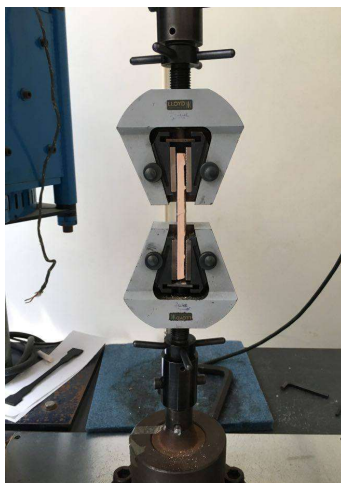


Figura 103 - Realização do ensaio de resistência à tração.

Os resultados obtidos no ensaio de resistência à tração, encontram-se apresentados seguidamente na Tabela 59.

Tabela 59 - Valores médios e desvios padrão da resistência à tração ( $R_t$ ).

Amostras	Referências	$\bar{F}$ (N)	D.P.	Área (mm <sup>2</sup> )	$\bar{R}_t$ (MPa)
1	1.1	78,80	90,02	242,15	0,33
	1.2				
2	2.1	586,79	233,55	261,47	2,27
	2.2				
	2.3				
4	4.1	148,10	90,50	249,0	0,60
	4.2				
	4.3				
5	5.1	91,68	138,40	303,2	0,30
	5.2				
	5.3				
6	6.1	303,40	63,54	274,1	1,10
	6.2				
	6.3				

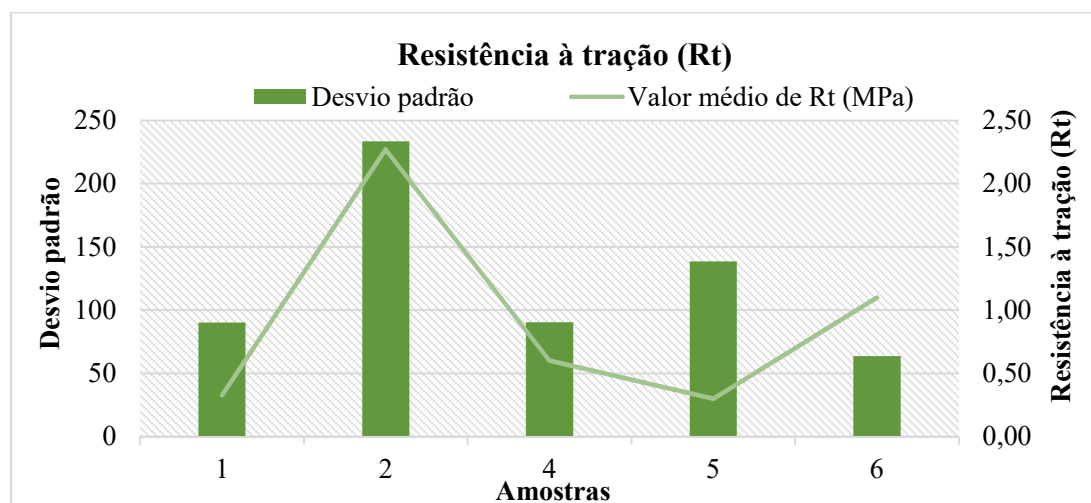


Figura 104 - Representação gráfica dos valores médios de resistência à tração das amostras.

No decorrer deste ensaio, à exceção da amostra 2, a rotura à tração ocorreu no local de aplicação do produto de colagem.

A amostra 2, fissurou na extremidade de contato entre o azulejo e o fixador do equipamento, revelando que a resistência do material azulejar é menor que o produto empregue no processo de colagem, o EPOSURF 2. Este facto contraria o princípio da reversibilidade dos materiais, que visa a garantia do retorno ao estado anterior, não se devendo descurar a autenticidade e integridade dos materiais

De acordo com a tabela e gráfico supramencionados, a menor resistência é registada para a amostra 5 (ICOSIT) e 1 (PARALOID). Com a maior resistência apresenta-se a amostra 2 (EPOSURF 2), seguindo-se a 6 (SINTOLIT+PASTA DE DARWIN) e a 4 (PRO-FILL). Ora, se um material apresenta uma grande resistência à tração, este vai traduzir-se numa melhor capacidade de não serem produzidas fissuras, uma vez que se um reboco for aplicado de forma compacta maior será a sua resistência, sendo este menos deformável (Ferreira, 2012). Posto isto, devido ao sucedido à amostra 2, pode-se concluir que a amostra estudada que apresenta maior resistência à tração é a amostra 6, em que o produto utilizado foi SINTOLIT com adição de PASTA DE DARWIN. Apesar que o EPOSURF 2, usado em materiais mais resistentes, apresenta-se como o produto mais eficiente no método de colagem.

# *Capítulo 6*

---

## *Considerações Finais*



## Capítulo 6. Considerações Finais

### 6.1. Notas conclusivas

No decorrer de todo o trabalho realizado, procurou-se alcançar os objetivos propostos no capítulo introdutório. Inicialmente, procedeu-se a um levantamento bibliográfico intrínseco ao tema em estudo, contextualizando o azulejo como material utilizado no património edificado e caracterizando os produtos envolvidos nesta pesquisa.

Assim, tiveram-se por base distintas amostras azulejares antigas, bem como soluções de produtos, poliméricos e geopoliméricos, que permitiram realizar um estudo da interação azulejo/produto no processo de colmatação de lacunas. É de notar, que a ausência de produtos especificamente desenvolvidos para a intervenção em peças cerâmicas, tem levado a que se usem produtos não validados cientificamente para o fim em causa, o que tem conduzido a uma seleção de materiais com base na experiência individual (de base empírica). Assim sendo, há a necessidade de validar cientificamente os produtos e os métodos de intervenção.

Por conseguinte, o trabalho desenvolvido com recurso a testes e ensaios realizados, permitiu detetar modelos de comportamento de alguns dos materiais usados em intervenções em azulejos antigos. Estes ensaios foram realizados no DECivil e no Departamento de Engenharia de Materiais e Cerâmica, da Universidade de Aveiro, respeitando as normas em vigor, na sua maioria europeias, sendo as mesmas adaptadas ao contexto.

Deste modo, estudou-se o comportamento do azulejo com os produtos poliméricos (amostras de produtos comercializados) e geopoliméricos, realizando-se três formulações de geopolímeros, sendo que uma à base de argical metacaulino 1200 e zeólito e as outras duas à base de argical metacaulino 1000, com variação nos ativadores alcalinos (NaOH, CaOH e cinzas). Com isto, verificou-se a necessidade de controlar todas as variáveis que possam influenciar o comportamento mecânico e químico de formulações geopoliméricas, desde a massa molar, composição e pH das soluções, para que os resultados obtidos num experimento possam aproximar-se cada vez mais do que se pretende.

Os resultados obtidos, traduziram-se em tabelas e representações gráficas para uma melhor leitura, bem como se efetuou o registo fotográfico, analisando-se a degradação visual que as amostras sofreram. Deste modo, é possível concluir que as características dos produtos

aplicados em material azulejar para colmatação das lacunas que apresentavam, influenciam o comportamento dos mesmos. No que respeita à absorção de água por capilaridade, um maior valor obtido do coeficiente de absorção capilar corresponde a um pior desempenho do azulejo, face aos requisitos exigidos enquanto revestimento de fachadas exteriores, sendo a amostra azulejar F a que exhibe o maior valor percentual de coeficiente de absorção capilar. Paralelamente, verifica-se que os produtos analisados no presente ensaio, exibem um pior comportamento quando apresentam valores de coeficientes de absorção por capilaridade maiores, sendo o caso da PASTA DE DARWIN e do geopolímero MKZL. Já na permeabilidade ao vapor de água, as doze amostras selecionadas com base em critérios já referidos, apresentaram-se com valores distintos entre si de permeabilidade, sendo a amostra que apresenta maior valor a K3.

O ensaio de envelhecimento, se bem que redutor em relação à complexidade de atuação de diferentes agentes e causas de degradação, permitiu retirar conclusões relativamente à compatibilidade entre os materiais originais e os de preenchimento volumétrico. A comprovar este facto, está o PARALOID B-72 que se exibiu como um desempenho crítico na compatibilidade, podendo-se recomendar a sua utilização em azulejos de paredes interiores. Por sua vez, o PRO-FILL exibiu um bom comportamento para o efeito, bem como a adição de PASTA DE DARWIN à SINTOLIT se revelou como um bom aditivo melhorando o comportamento mecânico do produto, apresentando-se como uma solução para colagem, reintegração e preenchimento volumétrico.

A nível do comportamento mecânico, os polímeros apresentam valores razoáveis (com base nas fichas técnicas fornecidas), verificando-se que os valores obtidos nos geopolímeros não foram os desejados, realçando a ideia que o estudo na formulação de geopolímeros deve prosseguir.

No geral, conclui-se que as composições utilizadas nas formulações dos produtos influenciam o comportamento dos mesmos, quando em interação com o material cerâmico. Os produtos analisados responderam aos ensaios realizados de acordo com a sua composição, uma vez que se obtiveram diferentes resultados no caso de polímeros e no de geopolímeros. Os desenvolvimentos dos geopolímeros permitiram verificar algumas características que poderão indiciar a sua utilização em intervenções, havendo, contudo, a necessidade de ensaios posteriores.



Em jeito de conclusão, indo ao encontro do propósito da presente dissertação, os polímeros ainda se apresentam como os produtos mais utilizados na colmatação de lacunas em materiais cerâmicos, não deixando de ser relevantes as vantagens dos geopolímeros, culminando assim este trabalho num artigo de conferência, realizado no âmbito do congresso Ibero-Americano “Património: suas matérias e imatérias”, que ocorreu no LNEC, em que se abordou toda esta temática, descrevendo todo o estudo realizado e apresentando as conclusões pertinentes.

## **6.2. Trabalhos futuros**

As conclusões concretizadas não são suficientes para uma formulação correta de um geopolímero. Apesar da análise dos azulejos antigos e dos polímeros se apresentarem como produtos que resultam na colmatação das suas lacunas, é importante definir uma metodologia para dar continuidade a este estudo, pois é de facto interessante que os geopolímeros possam vir a ser produto de eleição como solução de restauro de materiais cerâmicos. Deste modo, com atenção no interesse em aprofundar e melhorar alguns aspetos relacionados com o estudo de geopolímeros, numa tentativa de novas e mais precisas formulações, identificam-se seguidamente alguns domínios no âmbito, que se julgam pertinentes no desenvolvimento de estudos futuros:

- Os ensaios realizados devem ir mais além, para que seja possível fazer uma abordagem mais aprofundada e, deste modo, uma análise mais completa dos produtos utilizados (químicos, mineralógicos e microestruturais).
- Estudar o comportamento da relação azulejo/produto quando aplicado em suporte, isto é, realizar a sua aplicação *in situ* em edifícios antigos. Deste modo, é possível analisar com mais exatidão o comportamento de polímeros e geopolímeros, com mais variáveis, podendo-se alterar a sua composição com o intuito de melhorar o seu comportamento.
- Caracterizar as formulações dos geopolímeros com idades mais avançadas 90 e 180 dias, para resultados mais precisos.
- Aprofundar o estudo do uso de cinzas provenientes da queima da cortiça como ativador alcalino, na formulação geopolimérica, realizando ensaios químicos e mineralógicos, considerando agora, também, a variação do teor em água da solução.



## *Referências bibliográficas*

---



## Referências Bibliográficas

- Almeida, Shari (2011). *Caracterização material e conservação e restauro de um painel de azulejos do séc . XVII do Ecomuseu do Seixal, Portugal*. Universidade Nova de Lisboa. Dissertação de mestrado.
- Alves, Cátia Baltazar (2013). *Avaliação da aplicação de argamassas de cal em suportes tradicionais*. Universidade de Aveiro. Dissertação de mestrado.
- AndrejkoviČová, S. et al. (2016). *The effect of natural zeolite on microstructure, mechanical and heavy metals adsorption properties of metakaolin based geopolymers*. Applied Clay Science. Volume 126. Páginas 141–152.
- Apontamentos da unidade curricular "Conservação e Reabilitação da Construção" (2014). Universidade de Aveiro. Departamento de Engenharia Civil.
- *As reações de polimerização-Polímeros de adição*. Consultado 23 nov. 2015. Disponível em WWW:<URL:<http://www.mundovestibular.com.br/articles/775/1/AS-REACOES-DE-POLIMERIZACAO---POLIMEROS-DE-ADICAO/Paacutegina1.html>>.
- Bandini - *Ficha técnica-Sintolit*.
- Bezerra, I. M. T. et al. (2013). *Influência da proporção do ativador alcalino nas propriedades mecânicas de materiais ativados alcalinamente*. Revista eletrônica de materiais e processos. 101–105.
- Candido, Sérgio; BERTOZZI, Gisseli (2007). *Rugosidade de diferentes tipos de gesso e dois tipos de resina epóxica utilizados como materiais de vazamento e análise da compatibilidade das resinas com materiais de moldagem*. Revista de Odontologia da UNESP.
- Carta de Cracóvia (2000). Princípios para a conservação e o restauro do património construído.
- Carvalho, Wilk (2014). *Argamassas de juntas de cal área e hidráulica para edifícios antigos*. Universidade de Aveiro. Dissertação de mestrado.
- Cavalcanti, Wilma (2006). *Compósitos poliéster/Tecidos tramados Vegetal - Vidro: Caracterização Mecânica e Simulação da Sorção de Água*. 122. Dissertação de doutoramento.
- Chaban, Antonina; Pereira, Silvia (2015). *Restoration of Semi-Industrial Glazed Ceramic Tiles By Re-Firin*. Artigo de conferência.

- Coentro, Susana (2010). *Estudo da Camada Pictórica na Azulejaria Portuguesa do Século XVII*. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Dissertação de mestrado.
- Aquatis. *Curso de ceramista industrial*. Documento.
- Coutinho, Fernanda; Mello, Ivana; Santa Maria, Luiz (2003). *Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações*. Artigo. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 13, nº 1, página 1-13.
- Davim, J. (1998). *Tecnologia dos materiais plásticos*. 1ª Edição.
- Esgalhado, Helena; Rocha, Adélia (2002). *Materiais Plásticos para a construção-características e tipos de aplicação*. LNEC. 112.
- Estação de São Bento (Porto) | Ruralea. Consultado 23 nov. 2015. Disponível em WWW:<URL:<http://www.ruralea.com/estacao-de-sao-bento-porto/>>.
- European Committee for Standardization (CEN). NP EN 1015-11: *Determinação da resistência à flexão e à compressão de argamassas de reboco endurecidas*.
- European Committee for Standardization (CEN). NP EN 1015-18: *Determinação do coeficiente de absorção de água por capilaridade*.
- European Committee for Standardization (CEN). NP EN 1015-19: *Determinação da permeabilidade ao vapor de água de argamassas de reboco endurecidas*.
- Ferreira, Mauro (2012). *Estudos de soluções de revestimento de fachada com incorporação de cortiça*. Universidade do Porto. Dissertação de mestrado.
- Figueiredo, Hugo (2007). *Reutilização Catalítica de Biossorventes Suportados em Zeólitos*. Universidade do Minho. Dissertação de mestrado.
- Fisherman, Maria; Rebelo, Maria (2012). *Street art in Lisbon*. Disponível em WWW:<URL:<https://saltoportugal.files.wordpress.com/2013/01/maria-keil.jpg>>.
- Grey et al. - *Ficha técnica EVERBUILD PRO-FILL*.
- Haas; Rohm - *Ficha técnica Paraloid<sup>TM</sup> B-72*.
- Kadluczka, Andrzej et al. *Fundamentação teórica do Restauro*. Consultado em julho 2016. 1–52.
- Leal, Luciano et al. (2006). *Influência do pH sobre a estabilidade de suspensões de alumina estabilizadas eletroestericamente*. Artigo.
- LNEC. *Sobre degradação física dos azulejos de fachada em lisboa*. Relatório 303/2011 – NPC.

- Mariz, Luís (2014). *Azulejo semi-industrial na arquitectura civil Portuense- Caracterização e Intervenção*. UA Editora. 1ª Edição.
- Martins, António (2012). *Utilização de Geopolímeros para Protecção de Betão: Resistência a altas temperaturas de Geopolímeros para Protecção*. Universidade do Minho.
- Oliveira, Marília (2009). *Materiais compósitos à base de gesso contendo eva (etileno acetato de vinila) e vermiculita: otimização de misturas e propriedades termomecânicas*. Dissertação de mestrado.
- Paiva, Renato et al. (2010). *Câmaras climáticas para o envelhecimento acelerado: ação de microambientes sobre bens culturais*. Artigo.
- Páscoa, Liliana (2012). *Índice de secagem com o parâmetro em serviço dos rebocos aplicados em parede exteriores*. Instituto Superior Técnico. Dissertação de mestrado.
- *Pasta de Darwin*. Ficha técnica. Disponível em WWW:<URL:<http://www.provoca-arte.pt/pt/catalogo/modelagem-e-escultura/pasta-de-modelar-plasticina/pasta-modelar-das/>>.
- *Polímeros de condensação*. Consultado 30 nov. 2015. Disponível em WWW:<URL:<http://www.mundovestibular.com.br/articles/777/1/POLIMEROS-DE-CONDENSACAO/Paacutegina1.html>>.
- QUIMICA, HB. *EPOSURF 2*. Ficha técnica.
- Rodrigues, J. Delgado; Mimoso, J. (2015). *Glaze Ceramics in Architectural Heritage*. LNEC. Documento de conferência. 35.
- Sarrico, Patrícia (2009). *Percurso do azulejo de fachada de Aveiro: Dinâmicas para a sua salvaguarda*. Universidade de Coimbra. Dissertação de mestrado.
- SIKA (2011). ICOSIT K101N. Ficha técnica.
- Stainable et al. (2016). *Everbuild multi purpose premium joiners grade wood filler*. Ficha técnica.
- Tamburini, Sergio et al. (2013). *Geopolymers as strenghtening materials for Built Heritage*. Artigo.
- Triães, Ricardo (2016). *Introdução à conservação e restauro-Apontamento sobre metodologia e restauro*. Disponível em WWW:<URL:[http://www.ipt.pt/download/artigo/662\\_\\_Programa de Portugu%C3%AAs 07.pdf](http://www.ipt.pt/download/artigo/662__Programa de Portugu%C3%AAs 07.pdf)>.

- Valente, Carla (2008). *Conservação De Fachadas Azulejadas Em Ovar : Comportamento Face à Água*. Universidade de Aveiro. Dissertação de mestrado.
- Velosa, Ana (2006). *Argamassas de cal com pozolanas para revestimento de paredes antigas*. Universidade de Aveiro. Dissertação de doutoramento.
- Vieira, Manuel (2014). *Patologia em fachada azulejadas em Aveiro*. Universidade de Aveiro. Dissertação de mestrado.
- Wanderley, Ingrid; SICHIERI, Eduvaldo (2005). *Azulejo - Revestimento Cerâmico em Áreas Externas*. Departamento de arquitetura e Urbanismo-Escola de Engenharia de São Carlos. 15–21.



*Anexos*



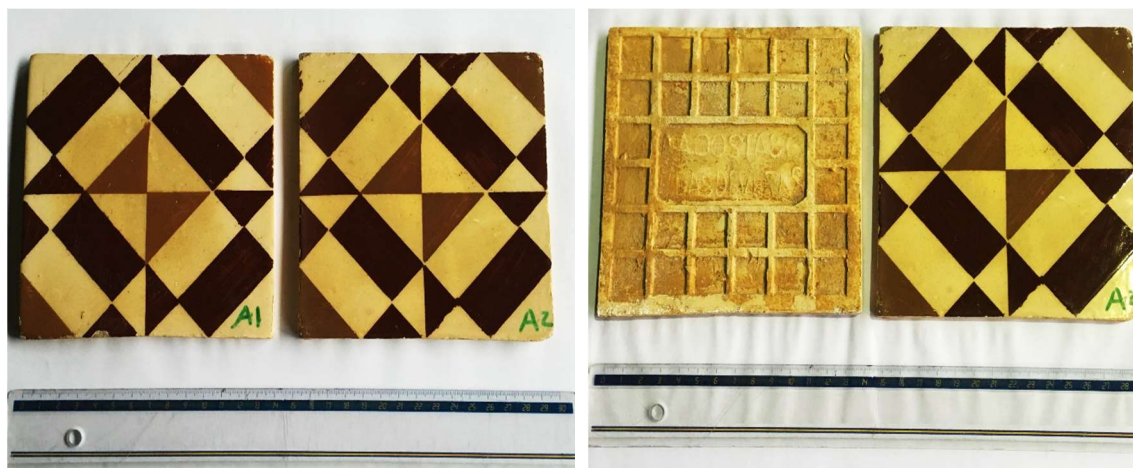


## **Anexo A**



### A.1. Fichas técnicas dos azulejos

- Ficha técnica A



Elementos de caracterização	
Fabricante	A. Costa - Devesas
Referência	A1 e A2
Dimensões (cm)	14,1 x 14,1 x 0,8
Área (cm <sup>2</sup> )	198,8
Cor do tardo	Crema
Relevo	Não
Ano de aplicação	-
Local de aplicação	-
Georreferenciação	-
Tipo de utilização	-
Orientação da fachada	-
Altitude (m)	-
Principais lacunas	A1 - Descasque A2 - Descasque e picos

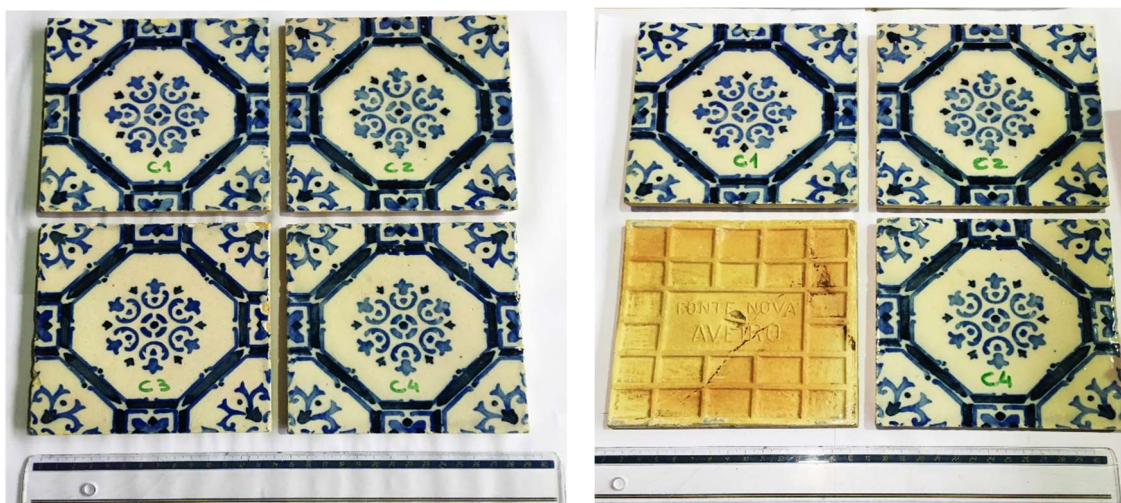
- Ficha técnica B



### Elementos de caracterização

<b>Fabricante</b>	Fábrica Santos Martyris - Aveiro
<b>Referência</b>	B1, B2, B3 e B4
<b>Dimensões (cm)</b>	14,5 x 14,5 x 1,1
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	210,3
<b>Cor do tardo</b>	Crema
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	-
<b>Local de aplicação</b>	-
<b>Georreferenciação</b>	-
<b>Tipo de utilização</b>	-
<b>Orientação da fachada</b>	-
<b>Altitude (m)</b>	-
<b>Principais lacunas</b>	B1 - Crateras, descasque, picos e fendilhação B2 - Crateras, fendilhação e bolhas B3- Descasque e picos B4 - Descasque, picos, fendilhação e cordões

- Ficha técnica C



### Elementos de caracterização de azulejos

<b>Fabricante</b>	Fábrica Fonte Nova - Aveiro
<b>Referência</b>	C1, C2, C3 e C4
<b>Dimensões (cm) (C1,C2)</b>	14,3 x 14,3 x 0,9
<b>Dimensões (cm) (C3,C4)</b>	14,2 x 14,2 x 1,0
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (C1,C2)</b>	204,5
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (C3,C4)</b>	201,6
<b>Cor do tardoz</b>	Creme
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	-
<b>Local de aplicação</b>	-
<b>Georreferenciação</b>	-
<b>Tipo de utilização</b>	-
<b>Orientação da fachada</b>	-
<b>Altitude (m)</b>	-
<b>Principais lacunas</b>	C1 - Crateras e descasque C2 - Crateras, fendilhação e picos C3 - Descasque e picos C4 - Descasque e picos

- Ficha técnica D



## Elementos de caracterização de azulejos

Fabricante	Fábrica Santos Martyris - Aveiro
Referência	D1, D2, D3 e D4
Dimensões (cm) (D1,D3,D4)	14,5 x 14,5 x 1,0
Dimensões (cm) (D2)	14,3 x 14,3 x 1,0
Área (cm <sup>2</sup> ) (D1,D3,D4)	210,3
Área (cm <sup>2</sup> ) (D2)	204,5
Cor do tardo	Branco
Relevo	Não
Ano de aplicação	-
Local de aplicação	-
Georreferenciação	-
Tipo de utilização	-
Orientação da fachada	-
Altitude (m)	-
Principais lacunas	D1 - Descasque, crateras, picos e cordões D2 - Descasque e picos D3 - Crateras, Descasque e picos D4 - Descasque



- Ficha técnica E



### Elementos de caracterização de azulejos

<b>Fabricante</b>	Fábrica Santos Martyris - Aveiro
<b>Referência</b>	E1, E2, E3, E4 e E5
<b>Dimensões (cm) (E1,E5)</b>	14,3 x 14,3 x 1,0
<b>Dimensões (cm) (E2,E3,E4)</b>	14,5 x 14,5 1,0
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (E1,E5)</b>	204,5
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (E2,E3,E4)</b>	210,3
<b>Cor do tardoz</b>	Creme
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	1905
<b>Local de aplicação</b>	Rua Homem de Cristo Filho nº36, Aveiro
<b>Georreferenciação</b>	40° 38' 22,15" N - 8° 39' 18,32" O
<b>Tipo de utilização</b>	Externa
<b>Orientação da fachada</b>	50°
<b>Altitude (m)</b>	1,50
<b>Principais lacunas</b>	E1 - Crateras, descasque, fendilhação e picos
	E2 - Crateras, descasque, perda de brilho e picos
	E3- Descasque e picos
	E4 - Crateras, descasque, fendilhação e picos
	E5 - Crateras, descasque, fendilhação e cordões

- Ficha técnica F




---

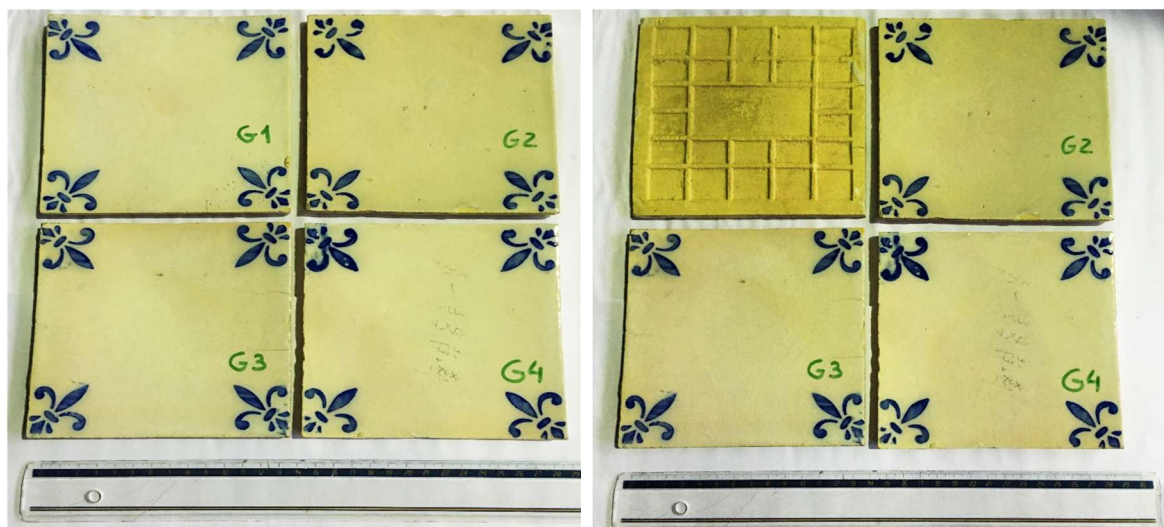
**Elementos de caracterização de azulejos**

---

<b>Fabricante</b>	Fábrica Fonte Nova - Aveiro
<b>Referência</b>	F1, F2, F3, F4 e F5
<b>Dimensões (cm) (F2,F4,F5)</b>	14,1 x 14,1 x 1,0
<b>Dimensões (cm) (F1,F3)</b>	14,2 x 14,2 x 1,0
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	198,8
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	201,6
<b>Cor do tardo</b>	Branco escuro
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	-
<b>Local de aplicação</b>	-
<b>Georreferenciação</b>	-
<b>Tipo de utilização</b>	-
<b>Orientação da fachada</b>	-
<b>Altitude (m)</b>	
<b>Principais lacunas</b>	<p>F1 - Crateras, descasque, fendilhação e picos</p> <p>F2 - Crateras, descasque, fendilhação e picos</p> <p>F3 - Descasque, fendilhação e picos</p> <p>F4 - Descasque, fendilhação e picos</p> <p>F5- Descasque e picos</p>

---

- Ficha técnica G

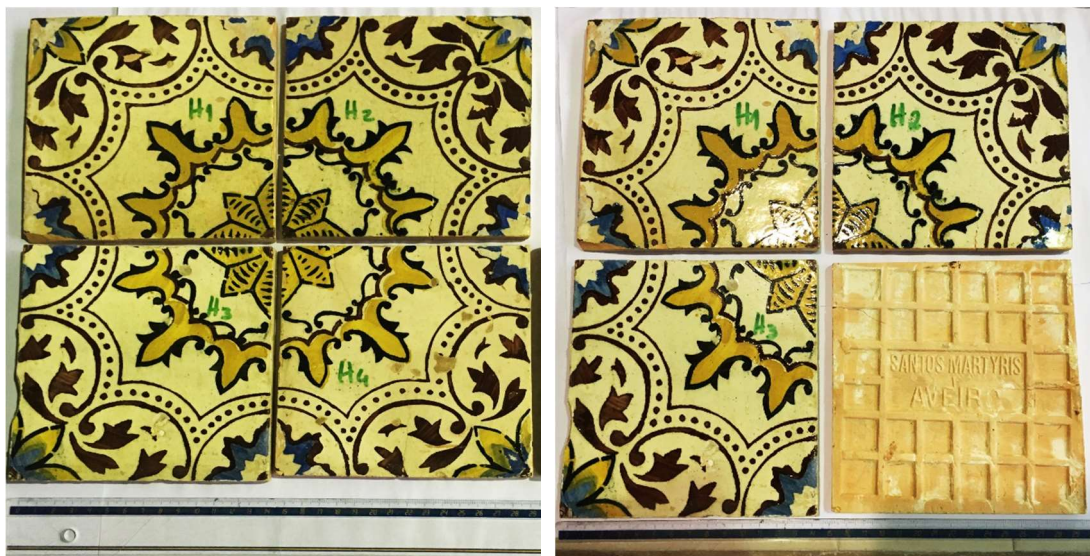


### Elementos de caracterização de azulejos

<b>Fabricante</b>	Fábrica Fonte Nova - Aveiro
<b>Referência</b>	G1, G2, G3 e G4
<b>Dimensões (cm) (G1, G2, G5)</b>	14,3 x 14,3 x 0,9
<b>Dimensões (cm) (G3, G4)</b>	14,2 x 14,2 x 0,9
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (G1, G2, G5)</b>	204,5
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (G3, G4)</b>	201,6
<b>Cor do tardo</b>	Branco escuro
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	1922
<b>Local de aplicação</b>	Rua João Chagas nº48 - Sarrazola, Cacia, Aveiro
<b>Georreferenciação</b>	40° 41' 26,26" N - 8° 36' 17,68" O
<b>Tipo de utilização</b>	Interna
<b>Orientação da fachada</b>	-
<b>Altitude (m)</b>	12,0
<b>Principais lacunas</b>	G1 - Picos, descasque e bolhas G2 - Picos, descasque e bolhas G3 - Crateras, descasque e fendilhação G4 - Picos e descasque



- Ficha técnica H




---

**Elementos de caracterização de azulejos**


---

<b>Fabricante</b>	Fábrica Santos Martyris - Aveiro
<b>Referência</b>	H1, H2,H3,H4 e H5
<b>Dimensões (cm) (H1,H3)</b>	14,5 x 14,5 x 0,9
<b>Dimensões (cm) (H2,H4)</b>	14,3 x 14,3 x 0,9
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	210,3
<b>Cor do tardo</b>	Crema
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	1905
<b>Local de aplicação</b>	Rua Homem de Cristo nº67, Aveiro
<b>Georreferenciação</b>	40°38 22,45" N - 8° 39' 18,32" O
<b>Tipo de utilização</b>	Externa
<b>Orientação da fachada</b>	275°
<b>Altitude (m)</b>	2,00
<b>Principais lacunas</b>	H1 - Crateras, descasque e fendilhação H2 - Crateras, descasque e fendilhação H3 - Crateras e descasque H4 - Crateras, descasque, fendilhação e bolhas

---

- Ficha técnica I




---

**Elementos de caracterização de azulejos**

---

<b>Fabricante</b>	Fábrica Santos Martyris - Aveiro
<b>Referência</b>	I1, I2, I3, I4 e I5
<b>Dimensões (cm) (I1, I3, I4)</b>	14,7 x 14,7 x 0,9
<b>Dimensões (cm) (I2)</b>	14,5 x 14,5 x 0,9
<b>Dimensões (cm) (I5)</b>	14,3 x 14,3 x 0,7
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	216,1
<b>Cor do tardoz</b>	Branco escuro
<b>Relevo</b>	Sim
<b>Ano de aplicação</b>	1932
<b>Local de aplicação</b>	Rua Homem de Cristo Filho nº23, Aveiro
<b>Georreferenciação</b>	40° 38' 24,47" N- 8° 39' 18,15" O
<b>Tipo de utilização</b>	Externa
<b>Orientação da fachada</b>	295°
<b>Altitude (m)</b>	2,00
<b>Principais lacunas</b>	I1 - Crateras e descasque I2 - Crateras e descasque I3 - Crateras, descasque e picos I4 - Crateras, descasque e picos I5 - Crateras e descasque

---

- Ficha técnica J



Elementos de caracterização de azulejos	
Fabricante	A. Costa - Devesas
Referência	J1, J2 e J3
Dimensões (cm) (J1)	14,5 x 14,5 x 1,0
Dimensões (cm) (J2)	14,3 x 14,3 x 1,0
Dimensões (cm) (J3)	14,0 x 14,0 x 1,0
Área (cm <sup>2</sup> ) (J1)	210,3
Área (cm <sup>2</sup> ) (J2)	204,5
Área (cm <sup>2</sup> ) (J3)	196,0
Cor do tardo	Branco
Relevo	Não
Ano de aplicação	-
Local de aplicação	-
Georreferenciação	-
Tipo de utilização	-
Orientação da fachada	-
Altitude (m)	-
Principais lacunas	J1- Crateras, descasque e picos J2- Crateras, descasque e picos J3- Crateras, descasque e picos



- Ficha técnica K



### Elementos de caracterização de azulejos

<b>Fabricante</b>	Fábrica Santos Martyris (K1,K2,K3 e K4) e Fábrica Fonte Nova (K5)
<b>Referência</b>	K1, K2, K3, K4 e K5
<b>Dimensões (cm) (K1,K2,K3,K4)</b>	14,4 x 14,4 x 1,1
<b>Dimensões (cm) (K5)</b>	14,0 x 14,0 x 1,0
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (K1,K2,K3,K4)</b>	207,4
<b>Área (cm<sup>2</sup>) (K5)</b>	196,0
<b>Cor do tardo</b>	Rosa (K1 e K2) e Creme (K3, K4 e K5)
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	-
<b>Local de aplicação</b>	-
<b>Georreferenciação</b>	-
<b>Tipo de utilização</b>	-
<b>Orientação da fachada</b>	-
<b>Altitude (m)</b>	-
<b>Principais lacunas</b>	K1- Descasque e picos K2- Descasque e picos K3- Descasque, fendilhação e picos K4- Descasque e picos K5- Descasque

- Ficha técnica L



Elementos de caracterização de azulejos	
Fabricante	
Referência	L1, L2, L3, L4 e L5
Dimensões (cm) (L1,L2,L3,L4)	14,0 x 14,0 x 1,0
Dimensões (cm) (L5)	13,9 x 13,9 x 0,8
Área (cm²) (L1,L2,L3,L4)	196,0
Área (cm²) (L5)	193,2
Cor do tardo	Crema (L1, L3 e L4) e Branco (L2 e L5)
Relevo	Não
Ano de aplicação	-
Local de aplicação	-
Georreferenciação	-
Tipo de utilização	-
Orientação da fachada	-
Altitude (m)	-
Principais lacunas	L1 - Crateras e descasque L2 - Crateras e descasque L3 - Crateras e descasque L4 - Crateras L5 - Fendilhação e picos



- Ficha técnica M




---

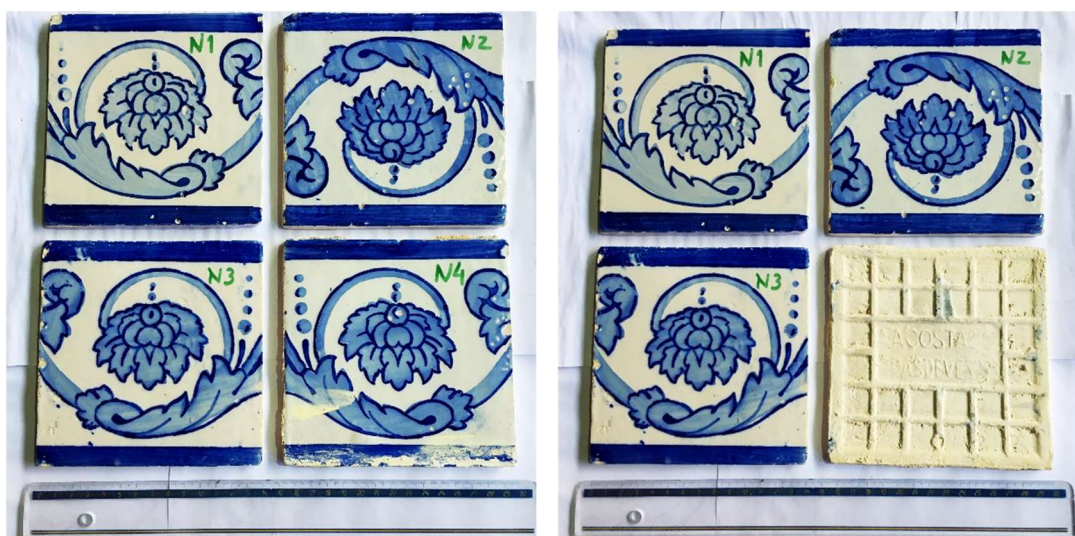
**Elementos de caracterização de azulejos**

---

<b>Fabricante</b>	A. Costa - Devesas
<b>Referencia</b>	M1, M2, M3 e M4
<b>Dimensões (cm)</b>	14,1 x 14,1 x 0,9
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	198,8
<b>Cor do tardo</b>	Branco escuro
<b>Relevo</b>	Não
<b>Ano de aplicação</b>	1922
<b>Local de aplicação</b>	Rua João Chagas nº48 - Sarrazola, Cacia, Aveiro
<b>Georreferenciação</b>	40° 41' 26,26" N - 8° 36' 17,68" O
<b>Tipo de utilização</b>	Interna
<b>Orientação da fachada</b>	-
<b>Altitude (m)</b>	12,0
<b>Principais lacunas</b>	M1 - Crateras, descasque e picos M2 - Descasque M3 - Descasque e picos M4 - Crateras e bolhas

---


- Ficha técnica N



Elementos de caracterização de azulejos	
Fabricante	A. Costa - Devesas
Referencia	N1, N2, N3 e N4
Dimensões (cm) (N1,N3)	14,1 x 14,1 x 0,7
Dimensões (cm) (N2,N4)	14,2 x 14,2 x 0,7
Área (cm <sup>2</sup> ) (N1,N3)	198,8
Área (cm <sup>2</sup> ) (N2,N4)	201,6
Cor do tardo	Branco
Relevo	Não
Ano de aplicação	1922
Local de aplicação	Rua João Chagas nº48 - Sarrazola, Cacia, Aveiro
Georreferenciação	40° 41' 26,26" N - 8° 36' 17,68" O
Tipo de utilização	Interna
Orientação da fachada	-
Altitude (m)	12,0
Principais lacunas	N1 - Crateras e bolhas N2 - Crateras e descasque N3 - Crateras e descasque N4 - Crateras e descasque

## A.2. Ficha técnicas dos produtos utilizados

- EPOSURF 2

 <b>H B QUÍMICA - REPRESENTAÇÕES COMÉRCIO E SERVIÇOS, LDA</b>		<b>FICHA TÉCNICA</b>							
<b>Armazém / Escritório:</b> Trav. De Gatões, Armazém A <b>4460-886 CUSTÓIAS MTS</b> <small>hbarros@hbquimica.mail.pt - Capital Social 5.000,00 € - Mat. C.R.C Matosinhos sob o nº 57910</small> <b>Tlf: 93.9697781 / 22.9533344 Fax: 22.9531156</b>									
<b>N.C. 505 435 730</b>									
		<b>HB EPOSURF 2 A + B</b>							
<b>GENERALIDADES:</b> <b>APLICAÇÕES:</b> <p><b>O HB EPOSURF 2</b> é uma epóxi utilizada sempre que seja necessário transparência e resistência aos U.V..</p> <b>CARACTERÍSTICAS:</b> Multifuncional. Facilidade de utilização. A baixa viscosidade. Boa transparência. Grande estabilidade dimensional.									
<b>PRECAUÇÕES NA UTILIZAÇÃO:</b> Durante o uso seguir, estritamente, as regras de higiene de trabalho apropriadas: locais ventilados, uso de luvas e óculos e máscara de protecção.									
<b>ARMAZENAGEM:</b> Este produto pode ser conservado durante 12 meses, resguardado da humidade a uma temperatura inferior a 25° C em embalagens de origem, sem as abrir.									
<b>EMBALAGENS:</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td><b>RESINA-HB EPOSURF 2</b></td> <td>1 x 5 Kg</td> <td><b>ENDURECEDOR</b></td> <td>1 X 1,5 Kg</td> </tr> </table>						<b>RESINA-HB EPOSURF 2</b>	1 x 5 Kg	<b>ENDURECEDOR</b>	1 X 1,5 Kg
<b>RESINA-HB EPOSURF 2</b>	1 x 5 Kg	<b>ENDURECEDOR</b>	1 X 1,5 Kg						
<b>CARACTERÍSTICAS DA MISTURA</b> <b>RESINA+ENDURECEDOR</b>		PROPORÇÃO DA MISTURA	VISCOSIDADE EM mPa.s	TEMPO ABERTO DA MISTURA, A 25° C	VISCOSIDADE EM mPa.s	TEMPO PARA DESMOLDAGEM			
<b>RESINA HB EPOSURF 2</b> <b>+</b> <b>ENDURECEDOR HB EPOSURF</b>		100 gr	1300	22 MINUTOS	600	12 HORAS			
		30 gr	50						
<b>CARACTERÍSTICAS DO</b> <b>HB EPOSURF 2 A+B</b> <b>APÓS UMA SEMANA A 25° C</b>		UNIDADES		VALOR					
DUREZA		Shore D		88					
PESO ESPECÍFICO		gr / cc		1,1					
Tg (TMA)		0° C		118					
RESISTÊNCIA À RUPTURA IO-10-63(ASTM D 638)		MN/m2		75					
MÓDULO DE ELASTICIDADE EM FLEXÃO IO-10-66(ASTM D 790)		MN/m2		3600					
TEMPO DE ENDURECIMENTO COMPLETO A 25°C		DIAS		2 A 7					

- SINTOLIT

**bandini**

S.R.L.

STABILIMENTI E DIREZ. 00155 ROMA - VIA DI TOR CERVARA, 263  
TEL. 06/22.80.936 - 06/22.80.783 - FAX 06/22.83.495  
CAPITALE SOCIALE € 76.500,00 INTERAMENTE VERSATO  
C.C.I.A.A. 211502 - PART. IVA 00877221002 - C.F. 00392480588



**Sintolit**

DAL 1953

**sintofer**

DAL 1950

**SINTO  
LEGNO**

"IL PRESTIGIO E L'ESPERIENZA DEL PRIMO"

## SINTOLIT - SCHEDA TECNICA

- Uso :** mastice bicomponente ( mastice + induritore )
- Utilizzo :** incollaggio di pezzi di marmo e stuccatura di fenditure. Idoneo anche per pietra e ceramica.
- Composizione :** resina poliestere e cariche minerali.
- Dati Storici :** Sintolit è stato il primo mastice poliestere per marmo nel mondo. Esso è stato inventato dal dr Silvio Bandini nel 1954. Nonostante numerosi tentativi di imitazione, Sintolit rimane il prodotto più venduto ed apprezzato, specialmente nei mercati dove l'aspetto qualitativo è particolarmente valutato.
- Fabbricazione :** il prodotto viene controllato da tecnici specializzati in ogni fase della produzione, al fine di garantire sempre la stessa ottima qualità.
- Caratteristiche :** Sintolit è caratterizzato da indurimento rapido ed adesione fortissima. Facilmente lucidabile. Sintolit è un mastice che : a) se conservato a temperatura ambiente, conserva inalterate le caratteristiche ben oltre il periodo di garanzia (12 mesi) ; b) non contiene solventi tossici nella formulazione ; c) è fabbricato con impianto di sottovuoto per eliminare l'aria nel composto, a garanzia di qualità e reale quantità volumetrica.
- Colori standard :** bianco - paglierino - nero - rosso - marrone - trasparente (Sintolit è facilmente colorabile con ossidi di ferro o coloranti universali in pasta )
- Colori extra :** per quantitativi significativi, possibilità di colori speciali
- Modalità d'uso :** pulire ed asciugare le superfici. Prelevare la quantità necessaria di prodotto e aggiungere l'induritore nella misura di un 2 - 3 %. Mescolare bene ed applicare.
- Disponibilità :** 3 - 5 minuti
- Indurimento :** 30 - 60 minuti in relazione alla temperatura ambientale.
- Avvertimenti :** attenzione a non mettere a contatto pezzi di prodotto indurito o utensili sporchi di induritore con il prodotto nel barattolo.
- Pulizia :** mani ed oggetti possono essere puliti con alcool o acetone.
- Toccaggio :** Conservare il prodotto a barattolo chiuso ed in luogo fresco.
- Garanzia :** 12 mesi
- Temp. Applic. :** Sintolit può essere usato a temperatura da + 5°C a + 50°C
- Temp. Esercizio :** una volta applicato correttamente, Sintolit resiste da - 5°C a + 100°C
- Avvertenze :** contiene stirolo tenere lontano da fiamme e calore. Non respirare i vapori. Usare indumenti di protezione. Evitare il contatto con occhi e pelle. Tenere lontano dalla portata dei bambini. Leggere la scheda di sicurezza fornita da fabbricante.

Bandini srl



- ICOSIT K101N

Construction

**Ficha de Produto**  
 Edição de Abril de 2011  
 Nº de identificação: 04.104  
 Versão nº 1  
 Icosit® K 101 N

CE

Icosit® K 101 N

Ligante epoxi estrutural em dois componentes

<b>Descrição do produto</b>	Icosit® K 101 N é um ligante à base de resinas de epoxi especiais, isento de solventes, com boa resistência química e mecânica e fisiologicamente inofensivo após endurecimento, fornecido em dois componentes.	
<b>Utilizações</b>	Icosit® K 101 N como ligante estrutural: ■ Possibilita a colagem muito mais resistente que a resistência à tracção do próprio betão. ■ É adequado para a colagem de betão fresco a betão endurecido, visto que assegura uma perfeita ligação entre betão novo e betão antigo. ■ Pode ser usado como agente de colagem de betão, argamassa, pedras naturais, aço, ferro, etc.	
<b>Características/Vantagens</b>	■ Fácil de aplicar. ■ Isento de solventes. ■ Fisiologicamente inofensivo. ■ Boa resistência química e mecânica.	
<b>Certificados/Boletins de Ensaio</b>	Cumprir os requisitos da norma NP EN 1504-4	
<b>Dados do produto</b>		
<b>Aspecto / Cor</b>	Cinza claro. Quando exposto à radiação UV, a película pode amarelecer superficialmente, mas tal não afecta as propriedades e resistência do revestimento.	
<b>Fornecimento</b>	Conjuntos predoseados de 5 kg (A+B).	
<b>Armazenagem e conservação</b>	O produto conserva-se durante 12 meses a partir da data de fabrico, na embalagem original não encetada. Armazenar em local seco e ao abrigo da luz solar directa.	
<b>Dados técnicos</b>		
<b>Base química</b>	Resinas de epoxi.	
<b>Massa volúmica</b>	Componente A: Componente B: Mistura A+B: Todos os valores medidos a +23°C	Aprox. 1,61 kg/dm <sup>3</sup> . Aprox. 1,00 kg/dm <sup>3</sup> . Aprox. 1,42 kg/dm <sup>3</sup> .
<b>Propriedades físicas / Mecânicas</b>		
<b>Tensão de aderência</b>	Aprox. 3 N/mm <sup>2</sup> , aos 28 dias (ruptura coesiva no betão).	
<b>Módulo de elasticidade em flexão</b>	≥ 2000 N/mm <sup>2</sup>	

Icosit® K 101 N 1/3

D - 1 / 3



Módulo de elasticidade em compressão	≥ 2000 N/mm <sup>2</sup>	
Resistência ao corte	≥ 6 N/mm <sup>2</sup>	
Resistência à compressão	80 ± 5 N/mm <sup>2</sup> .	(NP EN 196-1)
Resistência		
Resistência Química	Resiste a diversos agentes químicos. Consultar o Departamento Técnico ou a tabela de resistências do produto.	
Resistência Térmica	Resiste a calor seco até aprox. +100 °C. Resiste a água quente até aprox. +40 °C (sem agressividade química associada).	
Informação sobre o sistema		
Pormenores de aplicação		
Consumo/ Dosagem	0,5 – 2 kg/m <sup>2</sup> , dependendo das características da base e da adição de cargas.	
Qualidade da base	<b>Betão:</b> A superfície deve estar sólida, limpa, isenta de água empoçada e de partículas soltas ou mal aderentes.	
Preparação da base	<b>Aço:</b> Aço decapado segundo o grau Sa 2 ½, isento de pó, óleo e gordura.	
Condições de aplicação/ Limitações		
Temperatura da base	Mínima: +10 °C.	
Temperatura ambiente	Mínima: +10 °C.	
Ponto de orvalho	A temperatura da base deve estar no mínimo 3 °C acima do ponto de orvalho, para reduzir o risco de condensação ou formação de bolhas no revestimento final.	
Instruções de aplicação		
Relação de mistura	Componente A : Componente B = 79 : 21 (partes em peso).	
Mistura	Homogeneizar cada um dos componentes em separado. Adicionar todo o componente B ao componente A. Misturar durante pelo menos 3 minutos com um misturador eléctrico de baixa rotação (500 – 600 rpm) até o material se apresentar com uma cor uniforme. Evitar a introdução de ar durante a mistura. Transferir a mistura para um recipiente limpo e misturar novamente durante cerca de 1 minuto. Misturar apenas a quantidade que vai ser utilizada dentro do tempo de vida útil do produto.	

Icosit® K 101 N 2/3

D - 2 / 3

<b>Aplicação</b>	Aplicar Icosit® K 101 N com pincéis de pêlo curto sobre o betão antigo endurecido e previamente escarificado e limpo, sem partículas soltas e sem água empoçada. Esfregar o produto bem na superfície para obter uma boa penetração. Verificar se a cola recobre bem toda a superfície de betão e vaziar então o novo betão fresco contra a cola ainda colativa.									
<b>Limpeza de ferramentas</b>	Limpar todas as ferramentas e equipamento com Diluente V-3 imediatamente após a utilização. Material curado/endurecido só pode ser removido mecanicamente.									
<b>Tempo de vida útil da mistura (potlife)</b>	<table><tr><th>Temperatura</th><th>Tempo</th></tr><tr><td>+15 °C</td><td>Aprox. 45 minutos</td></tr><tr><td>+20 °C</td><td>Aprox. 30 minutos</td></tr><tr><td>+25 °C</td><td>Aprox. 15 minutos</td></tr></table>	Temperatura	Tempo	+15 °C	Aprox. 45 minutos	+20 °C	Aprox. 30 minutos	+25 °C	Aprox. 15 minutos	
Temperatura	Tempo									
+15 °C	Aprox. 45 minutos									
+20 °C	Aprox. 30 minutos									
+25 °C	Aprox. 15 minutos									
<b>Intervalo entre camadas</b>	O endurecimento e consequentemente a secagem dependem da temperatura. Geralmente observa-se um intervalo de 24 horas entre camadas. Como regra, recomenda-se que não seja excedido o período de 48 horas entre camadas.									
<b>Importante</b>	■ Numa colagem estrutural ter em atenção que o período de tempo durante o qual a cola se mantém ainda colativa depende da temperatura, variando entre 30 e 120 minutos contados a partir do momento da mistura dos dois componentes.									
<b>Nota</b>	Todos os dados técnicos referidos nesta Ficha de Produto são baseados em ensaios laboratoriais. Resultados obtidos noutras condições podem divergir dos apresentados, devido a circunstâncias que não podemos controlar.									
<b>Risco e segurança</b>										
<b>Medidas de segurança</b>	Para informações complementares sobre o manuseamento, armazenagem e eliminação de resíduos do produto consultar a respectiva Ficha de Dados de Segurança e o rótulo da embalagem.									
	<p><i>"O produto está seguro na Cº Seguros XL Insurance Switzerland (Apólice nºCH00003018LI05A), a título de responsabilidade civil do fabricante".</i></p> <p>A informação e em particular as recomendações relacionadas com aplicação e utilização final dos produtos Sika são fornecidas em boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais, de acordo com as recomendações da Sika. Na prática, as diferenças no estado dos materiais, das superfícies, e das condições de aplicação em obra, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um fim em particular nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal poderão ser inferidas desta informação, ou de qualquer recomendação por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. O produto deve ser ensaiado para aferir a adequabilidade do mesmo à aplicação e fins pretendidos. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceites estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os utilizadores deverão sempre consultar a versão mais recente da nossa Ficha de Produto específica do produto a que diz respeito, que será entregue sempre que solicitada.</p>									
<b>Marcação CE</b>	<p>A Norma Europeia EN 1504-4 "Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas em betão – Definições, requisitos, controlo de qualidade e avaliação de conformidade – Parte 4: colagem de betão" especifica os requisitos necessários para os produtos e sistemas a utilizar para a colagem de betão (na construção em geral ou em obras de arte).</p> <p>Os produtos que se encontram abrangidos por esta especificação necessitam de ter marcação CE, de acordo com o Anexo ZA, Tabelas ZA.1a a ZA.1g, de acordo com o âmbito e cláusulas relevantes aí indicadas, e cumprir os requisitos do mandato da Directiva de Produtos da Construção (89/106/CEE).</p>									



**Sika Portugal, SA**  
R. de Santarém, 113  
4400-292 V. N. Gaia  
Portugal  
Tel. +351 22 377 69 00  
Fax +351 22 370 20 12  
www.sika.pt



Icosit® K 101 N 3/3

- **Ficha técnica - PRO-FILL**



TECHNICAL DATA SHEET NO: PROFILL  
PAGE: 1 OF 2

VERSION: 1 / 19<sup>th</sup> August 2009  
DATE OF ISSUE: 6/2/2016

#### EVERBUILD PRO-FILL



Colour	Product Code	Pack Size	Box Qty
Light Grey	PROFILL5	500GRM	6

#### Product Description

EVERBUILD PRO-FILL is a 2 part high performance multi-purpose filler, consisting of a grey coloured polyester paste with a Benzoyl Peroxide hardener. When cured, PRO-FILL forms a strong hard mass, which offers excellent abrasion resistance and durability. PRO-FILL is suitable for use on timber, metal shuttering, concrete and GRP.

#### Benefits

- Simple to mix.
- Impact resistant.
- Fast curing.
- Water and oil resistant once cured.
- High strength.

#### Areas For Use

- Repairing cracks and gaps in wood, metal, concrete and GRP.
- Filling holes in damaged wooden or metal shuttering.

#### Limitations

- Do not use on bitumen or Asphalt surfaces.
- Do not use on surfaces which bleed oils or plasticisers.
- Do not apply below 5°C.
- Do not apply to damp or wet surfaces.
- Do not use in areas subject to excessive movement.
- As the manufacturer cannot know all the uses its products may be put to, it is the users responsibility to determine suitability for use. If in doubt, contact technical services department for advice.

#### Surface Preparation

To achieve the maximum performance it is essential that all substrates are sound, clean, dry and free from surface contaminants such as oil, grease, sawdust and loose particles. For Metallic surfaces, remove all existing coatings, corrosion products and general grime by mechanically abrading, shot blasting or wire brushing back to white metal. Cracks or splits should be opened up and "v"ed to ensure total penetration. Areas contaminated with oil or grease require solvent degreasing by either immersion or wiping with a lint free cloth damped with a preferred solvent system.





TECHNICAL DATA SHEET NO: PROFILL  
PAGE: 2 OF 2

VERSION: 1 / 19<sup>th</sup> August 2009  
DATE OF ISSUE: 6/2/2016

### Application

Mix only sufficient PRO-FILL for immediate requirements. Place an amount of PRO-FILL Paste (about the size of a golf ball) onto a non-porous board, then squeeze a small amount of Everbuild Wood Hardener from the tube (about 4" strip) next to the paste. Mix the PRO-FILL Paste and the hardener to thoroughly blend the two.

Ensure that the material is scraped clear of the mixing board and spatula at least once to ensure complete mixing. Apply with a plastic spatula or similar implement and contour the PRO-FILL to the desired shape. Leave sufficiently proud of the surface to allow for sanding.

### Specific Data

Mixing Ratio	100 parts paste to 2 parts hardener w/w
Consistency	Stable paste & hardener
Specific Gravity	1.95g/cm <sup>3</sup>
Cure Time	30 minutes @ 20°C
Working Time	6 Minutes @ 20°C
Flexural Strength (ASTM D790)	30 minutes @ 20°C
Shore D Hardness	>80
Compressive strength	62.0 N/mm <sup>2</sup>
Tensile shear adhesion (AL-AL)	5.5 N/mm <sup>2</sup>

### Health & Safety

Consult MSDS for full list of hazards.

### Storage

Store in cool dry conditions, away from direct sunlight between 10 and 20°C . PROTECT FROM FROST.

### Shelf Life

12 months in original containers at stated storage temperatures.

*The technical data contained herein is based on our present knowledge and experience and we cannot be held liable for any errors, inaccuracies, omissions or editorial failings that result from technological changes or research between the date of issue of this document and the date the product is acquired. Before using the product, the user should carry out any necessary tests in order to ensure that the product is suitable for the intended application. Moreover, all users should contact the seller or the manufacturer of the product for additional technical information concerning its use if they think that the information in their possession needs to be clarified in any way, whether for normal use or a specific application of our product. Our guarantee applies within the context of the statutory regulations and provisions in force, current professional standards and in accordance with the stipulations set out in our general sales conditions. The information detailed in the present technical data sheet is given by way of indication and is not exhaustive. The same applies to any information provided verbally by telephone to any prospective or existing customer.*

- **Ficha técnica – WOOD FILLER**



TECHNICAL DATA SHEET NO: MPPJG  
PAGE: 1 OF 2

VERSION: 1 / 18<sup>th</sup> August 2009  
DATE OF ISSUE: 6/2/2016

#### EVERBUILD MULTI PURPOSE PREMIUM JOINERS GRADE WOOD FILLER



Colour	Product Code	Pack Size	Box Qty
Light Stainable	MPWOODEASILT1	100ML	6
Light Stainable	MPWOODLT2	250ML	6
Medium Stainable	MPWOODMED2	250ML	6
Pine	MPWOODPINE	250ML	6
Mahogany	MPWOODMAH2	250ML	6
Light Oak	MPWOODLTOAK2	250ML	6
Dark Oak	MPWOODDKOAK2	250ML	6
White	MPWOODWE2	250ML	6

#### Product Description

EVERBUILD MULTI-PURPOSE PREMIUM JOINERS GRADE WOOD FILLER is an easy to use ready mixed premium joiners grade filler ideal for filling small imperfections (max 5mm depth) in wood. Once dry, the filler leaves a sandable surface, which can be stained, painted, varnished or dyed, even with microporous stains. The filler is waterproof when dry and hence is suitable for exterior as well as interior applications.

#### Benefits

- Non hazardous water based filler
- Non flammable
- Low odour
- Ready to use – no mixing of components required.

#### Areas For Use

- Filling small holes, splits, surface imperfections and damaged areas in wood.
- Covering the recesses left by nails and screws.

#### Limitations

- As the filler may absorb some stains at different rates to the surrounding timber, always test a small area first. Note: filler may dry darker.
- Do not exceed 5mm in one coat. For holes deeper than 5mm or for areas subject to impact such as doors and window frames, use EVERBUILD HIGH PERFORMANCE WOOD FILLER which can be applied to any depth and is shatterproof.
- Protect from rain when used externally for at least 5 hours.
- Do not apply below 5°C.
- As the manufacturer cannot know all the uses its products may be put to, it is the users responsibility to determine suitability for use. If in doubt, contact technical services department for advice.



TECHNICAL DATA SHEET NO: MPPJG  
PAGE: 2 OF 2

VERSION: 1 / 18<sup>th</sup> August 2009  
DATE OF ISSUE: 6/2/2016

#### Surface Preparation

NOTE: If you intend to overstain the wood once filled ALWAYS CHOOSE THE COLOUR OF FILLER THAT NEAREST MATCHES THE WOOD YOU ARE FILLING NOT THE STAIN YOU INTEND TO USE. THIS FILLER MAY DRY TO A SLIGHTLY DARKER SHADE.

As the filler may absorb some stains at different rates to the surrounding timber, always test a small area first.

Before applying, ensure surfaces are clean, dry, sound and free from dust or any contaminants which may affect adhesion

#### Application

Stir well before use and apply with a spreader or knife. Fill the hole proud to allow for sanding. Once dry, sand to a smooth finish and apply required stain.

#### Specific Data

Base	Styrene Acrylic copolymer
Consistency	Stable paste
Specific Gravity	c.a. 1.8
Touch Dry	15 minutes @ 20°C
Through Hard	2 hours @ 20°C
Sandable	30 minutes @ 20°C
Overpaintable	2 Hours @ 20°C
Application Temps	+5°C to +40°C. (Optimum 20°C).
Temperature Resistance	-5°C to +70°C.

#### Health & Safety

Consult MSDS for full list of hazards.

#### Storage

Store in cool dry conditions, away from direct sunlight between 10 and 20°C . PROTECT FROM FROST.

#### Shelf Life

12 months in original containers at stated storage temperatures.

*The technical data contained herein is based on our present knowledge and experience and we cannot be held liable for any errors, inaccuracies, omissions or editorial failings that result from technological changes or research between the date of issue of this document and the date the product is acquired. Before using the product, the user should carry out any necessary tests in order to ensure that the product is suitable for the intended application. Moreover, all users should contact the seller or the manufacturer of the product for additional technical information concerning its use if they think that the information in their possession needs to be clarified in any way, whether for normal use or a specific application of our product. Our guarantee applies within the context of the statutory regulations and provisions in force, current professional standards and in accordance with the stipulations set out in our general sales conditions. The information detailed in the present technical data sheet is given by way of indication and is not exhaustive. The same applies to any information provided verbally by telephone to any prospective or existing customer.*

- **Ficha técnica - PARALOID B-72**



### PARALOID™ B-72 100%

Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin

#### Description

PARALOID B-72 general-purpose thermoplastic acrylic resin is similar to PARALOID B-66 acrylic resin but capable of forming softer films. The approximate hardness (KHN) is 10-11 compared to 12-13 for PARALOID B-66 resin.

PARALOID B-72 acrylic resin is unique in possessing a high tolerance for ethanol. The property allows its use in applications not tolerant of strong solvents. The alcohol dispersions may be cloudy or milky. However, they form clear, coherent films.

PARALOID B-72 has low reactivity with sensitive phosphorescent and luminescent pigments to produce stable, durable, non-yellowing coatings. It is compatible with vinyls, cellulose, chlorinated rubbers, and silicones. It is well suited for white and metallic aerosols, clear coatings for wood, nitrocellulose modified coatings for general product finishing, pigment dispersion (fluorescent), flexographic printing inks, and gravure plastic coatings.

#### Solubility

Information about the solvent compatibility of PARALOID B-72 acrylic resin can be found in Rohm and Haas brochure 82A114—*PARALOID Solid Grade Resins, Solvent Selection Chart*.

#### Typical Properties

These properties are typical but do not constitute specifications.

Physical Form	Pellets
Bulk Density, 25°C, lb/gal	9.6
Solubility Parameter	9.3
Tg (°C)	40
Ultimate Hardness of Clear Films, KHN	10 to 11
Chemical Composition	EMA Copolymer

#### Properties in White Lacquers<sup>1</sup>

Tukon Hardness		Whiteness		Cross Hatch <sup>3</sup>	
30 min. at 180°F	2.9	(K color low numbers best)		30 min. at 180°F	0
30 min. at 300°F	12.1	30 min. at 300°F	7.7	30 min. at 300°F	0
		16 hrs. at 350°F	11.8		
Pencil Hardness		Flexibility <sup>2</sup> , 1/8, 1/4, 1/2		Mustard Staining	
30 min. at 180°F	H	inch mandrels		(30 minute exposure)	
30 min. at 300°F	H	30 min. at 180°F	0, 0, 0	30 min. at 180°F	Light
		30 min. at 300°F	4, 3, 2	30 min. at 300°F	Light
Gloss, 20°		Printing, 2 psi for		Gasoline Resistance	
30 min. at 180°F	77	1 hour at 140°F		(15 minute exposure)	
30 min. at 300°F	76	30 min. at 180°F	V. Heavy	30 min. at 180°F	Wipes Off
		30 min. at 300°F	Moderate	30 min. at 300°F	Wipes Off
Gloss, 60°		Knife Adhesion		Spray Conditions	
30 min. at 180°F	93	30 min. at 180°F	Very Good	Viscosity, No. 4 Ford Cup, sec. 15	
30 min. at 300°F	92	30 min. at 300°F	Very Good	Solids Content, %	25.0



**Note:** Drying the coatings at 300°F for 30 minutes simulates final properties of the resin.

<sup>1</sup>The white lacquers were formulated at a titanium dioxide/binder ratio (solids basis) of 30/70. The properties were determined after coatings were sprayed on Bonderite 1000.

<sup>2</sup>The degree of cracking at the bend over each mandrel is rated on a 0 (no failure) to 10 (complete flaking) scale.

<sup>3</sup>The degree of flaking at the scribed cross hatch is rated on a 0 (no failure) to 5 (complete lift off) scale.

### Additional Information

PARALOID B-65 is supplied in a powder form that is easily dissolved in aromatic hydrocarbons as well as a variety of esters and ketones.

The product detailed in this bulletin is supplied from our manufacturing facility in Louisville, Kentucky, USA with conformance to the requirements of ISO 9002 or to local equivalent quality protocols ensures consistently high standards, immaterial of the source, although the pack size and method of packaging may differ.

This product is available in Asia Pacific through Wilbur Ellis Co./Connell Bros. Co.

### Safe Handling Information

Rohm and Haas Material Safety Data Sheets (MSDS) contain pertinent information that you may need to protect your employees and customers against any known health or safety hazards associated with our products. Rohm and Haas Company recommends that you have your local Rohm and Haas technical representatives supply you with MSDS on all our products before using them in your facilities. We also suggest that you contact the suppliers of other materials recommended for use with our products for appropriate health and safety regulations before use.

### Chemical Registration

Many countries within the Asia-Pacific region require the registration of chemicals, either imported or produced locally, prior to their commercial use. Violation of these regulations may lead to substantial penalties imposed upon the user, the importer or manufacturer, and/or cessation of supply. It is in your interests to ensure that all chemicals used by you are registered. Rohm and Haas Company does not supply unregistered products unless permitted under limited sampling procedures as a precursor to registration.

---

Rohm and Haas Company makes no warranties, either expressed or implied, as to the accuracy or appropriateness of this data and expressly excludes any liability upon Rohm and Haas arising out of its use. We recommend that the prospective users determine for themselves the suitability of Rohm and Haas' materials and suggestions for any use prior to their adoption.

Suggestions for use of our products or the inclusion of descriptive material from patents and the citation of specific patents in this publication should not be understood as recommending the use of our products in violation of any patent or as permission or license to use any patents of the Rohm and Haas Company. Material Safety Data Sheets outlining the hazards and handling methods for our products are available on request.

ACRYSOL, AVANSE, ELASTENE, FASTRACK, KATHON, LUCIDENE, MAINCOTE, OROTAN, PARALOID, PRIMAL, ROCIMA, ROPAQUE, ROSHIELD and WIKOLITH are trademarks of Rohm and Haas Company, or of its subsidiaries or affiliates. RHOPLEX and TAMOL are intended to designate goods sold in North and South America; the same goods may be sold in other countries generally under other company trademark designations.

All other trademarks shown in this bulletin are the property of the respective manufacturers or agents.



©Rohm and Haas, 2007 All rights reserved.

February 2007



## **Anexo B**





## B.1. Campanha experimental

	Ensaio	Norma Adaptada	Azulejos	Produtos
Ensaio não-destrutivo	Absorção de água por capilaridade	EN 1015-18	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N	PROFILL WOOD FILLER EPOSURF 2 PASTA DE DARWIN MKZL
	Permeabilidade ao vapor de água	EN 1015-19	B2, B3, B4, E2, E3, E4, H3, H4, K3, K5, L1, L2	PROFILL WOOD FILLER EPOSURF 2 PASTA DE DARWIN
	Envelhecimento artificial acelerado	-	1. 2, 3, 4, 5, 6, 7	PROFILL SINTOLIT ICOSIT K101N PARALOID B72+ACETONA PARALOID B72+SÍLICA PIROG. PARALOID B72+A120/200 MKZL
Ensaio destrutivo	Resistência à compressão (7, 14, 28 e 60 dias)	EN 1015-11	Procedimento experimental DECivil	MKZL MK1000 MK1000C
	Resistência à tração	EN 1015-11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	PROFILL SINTOLIT ICOSIT PARALOID B72+ACETONA PARALOID B72+SÍLICA PIROG. PARALOID B72+A120/200 MKZL

**B.2. Absorção de água por capilaridade**

<b>Amostra</b>	<b>Referência</b>	<b>Coef. de capilaridade</b>	<b>Valores médios de coef. de cap.</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>C.V. (%)</b>
<b>A</b>	<b>A1</b>	6,38	6,10	0,28	4,51
	<b>A2</b>	5,83			
<b>B</b>	<b>B1</b>	3,20	4,66	1,15	24,76
	<b>B2</b>	4,77			
	<b>B3</b>	1,63			
	<b>B4</b>	6,02			
<b>C</b>	<b>C1</b>	7,27	5,06	0,41	8,07
	<b>C2</b>	4,51			
	<b>C3</b>	5,18			
	<b>C4</b>	5,49			
<b>D</b>	<b>D1</b>	3,52	3,26	0,31	9,44
	<b>D2</b>	2,83			
	<b>D3</b>	3,43			
<b>E</b>	<b>E1</b>	12,28	2,92	0,49	16,85
	<b>E2</b>	2,37			
	<b>E3</b>	2,83			
	<b>E4</b>	3,57			
	<b>E5</b>	7,20			
<b>F</b>	<b>F1</b>	7,62	6,41	1,05	16,41
	<b>F2</b>	10,81			
	<b>F3</b>	3,93			
	<b>F4</b>	6,57			
	<b>F5</b>	5,05			
<b>G</b>	<b>G1</b>	5,40	6,04	0,67	11,09
	<b>G2</b>	5,20			
	<b>G3</b>	5,16			
	<b>G4</b>	6,18			
	<b>G5</b>	6,79			
<b>H</b>	<b>H1</b>	3,13	3,69	0,51	13,73
	<b>H2</b>	3,37			
	<b>H3</b>	3,77			
	<b>H4</b>	4,47			
<b>I</b>	<b>I1</b>	5,52	3,99	0,31	7,77
	<b>I2</b>	2,51			
	<b>I3</b>	3,78			
	<b>I4</b>	4,43			
	<b>I5</b>	3,77			
<b>J</b>	<b>J1</b>	1,50	1,34	0,16	12,07

<b>Amostra</b>	<b>Referência</b>	<b>Coef. de capilaridade</b>	<b>Valores médios de coef. de cap.</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>C.V. (%)</b>
<b>K</b>	<b>J2</b>	1,18	2,03	0,36	17,64
	<b>J3</b>	0,75			
	<b>K1</b>	1,57			
	<b>K2</b>	2,07			
	<b>K3</b>	4,08			
<b>L</b>	<b>K4</b>	2,44	2,80	1,37	48,99
	<b>L1</b>	1,71			
	<b>L2</b>	1,83			
	<b>L3</b>	1,68			
	<b>L4</b>	3,67			
<b>M</b>	<b>L5</b>	5,09	1,04	0,24	23,43
	<b>M1</b>	1,30			
	<b>M2</b>	1,12			
	<b>M3</b>	2,63			
<b>N</b>	<b>M4</b>	0,71	2,12	0,20	9,56
	<b>N1</b>	1,45			
	<b>N2</b>	2,40			
	<b>N3</b>	1,97			
	<b>N4</b>	1,98			

**B.3. Permeabilidade ao vapor de água**

- Registo da massa dos azulejos no decorrer do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

		B2			B3			B4		
	DIA	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM
29.fev	M.início	11h53	1155,44	0,00	11h33	1167,90	0,00	11h28	1133,29	0,00
1.mar	1	10h49	1153,80	1,64	10h50	1166,64	1,26	10h53	1131,80	1,49
2.mar	2	12h41	1152,32	1,48	12h42	1165,57	1,07	12h42	1130,57	1,23
3.mar	3	12h38	1151,35	0,97	12h39	1165,13	0,44	12h39	1129,75	0,82
4.mar	4	12h35	1150,01	1,34	12h36	1164,36	0,77	12h36	1128,68	1,07
5.mar	5	13h51	1148,42	1,59	13h52	1163,26	1,10	13h52	1127,41	1,27
6.mar	6	21h34	1146,29	2,13	21h35	1161,93	1,33	21h35	1125,78	1,63
7.mar	7	14h22	1145,41	0,88	14h22	1161,44	0,49	14h23	1125,00	0,78
8.mar	8	16h17	1143,75	1,66	16h18	1160,31	1,13	16h19	1123,55	1,45
9.mar	9	14h00	1142,34	1,41	14h01	1159,35	0,96	14h01	1122,33	1,22
10.mar	10	14h30	1140,86	1,48	14h31	1158,22	1,13	14h31	1120,99	1,34
11.mar	11	12h20	1139,59	1,27	12h21	1157,24	0,98	12h21	1119,71	1,28
12.mar	12	15h19	1137,99	1,60	15h20	1155,99	1,25	15h20	1118,26	1,45
13.mar	13	14h00	1136,76	1,23	14h01	1154,62	1,37	14h01	1116,96	1,30
14.mar	14	14h06	1135,45	1,31	14h07	1153,78	0,84	14h08	1115,59	1,37
15.mar	15	14h47	1134,18	1,27	14h49	1152,59	1,19	14h49	1114,16	1,43
16.mar	16	14h29	1132,98	1,20	14h30	1151,53	1,06	14h31	1112,86	1,30
17.mar	17	11h35	1131,32	1,66	11h37	1150,67	0,86	11h36	1111,59	1,27
18.mar	18	13h31	1130,78	0,54	13h32	1149,47	1,20	13h32	1110,18	1,41
19.mar	19	16h03	1129,48	1,30	16h03	1148,24	1,23	16h04	1108,6	1,58
20.mar	20	14h05	1128,44	1,04	14h06	1147,18	1,06	14h06	1107,38	1,22
21.mar	21	14h13	1127,27	1,17	14h14	1146,03	1,15	14h14	1106,03	1,35
22.mar	22	18h58	1125,83	1,44	19h00	1144,63	1,40	19h00	1104,35	1,68
23.mar	23	14h05	1124,95	0,88	14h06	1143,67	0,96	14h07	1103,33	1,02

	B2				B3			B4		
	DIA	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM
29.mar	24	18h00	1118,56	6,39	18h01	1137,62	6,05	18h01	1095,56	7,77
30.mar	25	18h10	1117,18	1,38	18h11	1136,61	1,01	18h11	1094,21	1,35
31.mar	26	18h20	1115,47	1,71	18h21	1135,16	1,45	18h21	1092,58	1,63
1.abr	27	17h43	1113,53	1,94	17h43	1133,7	1,46	17h43	1090,9	1,68
4.abr	28	12h32	1107,55	5,98	12h33	1129,53	4,17	12h33	1085,94	4,96
6.abr	29	17h59	1103,18	4,37	18h00	1126,52	3,01	18h00	1082,19	3,75
VALOR MÉDIO				1,74						

	E2				E3			E4		
	DIA	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM
29.fev	M.início	12h19	1194,09	0,00	12h25	1155,60	0,00	12h00	1427,77	0,00
1.mar	1	10h48	1192,18	1,91	10h47	1154,56	1,04	10h49	1426,42	1,35
2.mar	2	12h40	1190,42	1,76	12h39	1153,65	0,91	12h41	1425,26	1,16
3.mar	3	12h36	1189,31	1,11	12h36	1153,26	0,39	12h38	1424,79	0,47
4.mar	4	12h34	1187,92	1,39	12h33	1152,64	0,62	12h35	1424,09	0,7
5.mar	5	13h50	1186,34	1,58	13h49	1151,8	0,84	13h51	1423,21	0,88
6.mar	6	21h33	1184,28	2,06	21h32	1150,67	1,13	21h34	1422,07	1,14
7.mar	7	14h20	1183,38	0,9	14h20	1150,26	0,41	14h21	1421,7	0,37
8.mar	8	16h16	1181,74	1,64	16h16	1149,28	0,98	16h17	1420,82	0,88
9.mar	9	13h58	1180,36	1,38	13h58	1148,5	0,78	13h59	1419,94	0,88
10.mar	10	14h29	1178,93	1,43	14h28	1147,7	0,80	14h30	1419,25	0,69
11.mar	11	12h18	1177,52	1,41	12h18	1146,91	0,79	12h19	1418,50	0,75
12.mar	12	15h18	1176,06	1,46	15h18	1146,05	0,86	15h19	1417,54	0,96
13.mar	13	13h59	1174,58	1,48	13h59	1145,37	0,68	14h00	1416,63	0,91
14.mar	14	14h04	1173,48	1,1	14h04	1144,53	0,84	14h06	1416,03	0,6
15.mar	15	14h45	1172,18	1,3	14h45	1143,72	0,81	14h47	1415,18	0,85

	E2				E3			E4		
	DIA	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM
16.mar	16	14h28	1171,01	1,17	14h27	1143,03	0,69	14h29	1414,45	0,73
17.mar	17	11h33	1169,98	1,03	11h33	1142,48	0,55	11h34	1413,78	0,67
18.mar	18	13h30	1168,75	1,23	13h30	1141,76	0,72	13h31	1413,08	0,7
19.mar	19	16h02	1167,49	1,26	16h01	1140,93	0,83	16h02	1412,25	0,83
20.mar	20	14h04	1166,41	1,08	14h04	1140,31	0,62	14h05	1411,60	0,65
21.mar	21	14h11	1165,27	1,14	14h10	1139,67	0,64	14h13	1410,93	0,67
22.mar	22	18h56	1163,81	1,46	18h55	1138,88	0,79	18h58	1410,02	0,91
23.mar	23	14h04	1162,86	0,95	14h04	1138,34	0,54	14h05	1409,43	0,59
29.mar	24	17h59	1155,82	7,04	17h59	1134,35	3,99	18h00	1404,96	4,47
30.mar	25	18h09	1154,59	1,23	18h08	1133,72	0,63	18h10	1404,2	0,76
31.mar	26	18h19	1153,1	1,49	18h18	1132,95	0,77	18h20	1403,31	0,89
1.abr	27	17h41	1151,53	1,57	17h41	1132,24	0,71	17h42	1402,39	0,92
4.abr	28	12h31	1146,77	4,76	12h31	1129,73	2,51	12h32	1399,68	2,71
6.abr	29	17h58	1143,42	3,35	17h58	1127,8	1,93	17h59	1397,68	2
VALOR MÉDIO				1,69	0,93			1,00		

	H3				H4			K3		
	DIA	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (kg)	DM
29.fev	M.início	11h40	1124,71	0,00	11h47	1100,17	0,00	12h12	1169,34	0,00
1.mar	1	10h51	1123,50	1,21	10h51	1098,72	1,45	10h49	1168,20	1,14
2.mar	2	12h42	1122,45	1,05	12h41	1097,26	1,46	12h40	1167,3	0,90
3.mar	3	12h39	1121,99	0,46	12h38	1096,25	1,01	12h37	1166,96	0,34
4.mar	4	12h36	1121,3	0,69	12h35	1095,01	1,24	12h34	1166,33	0,63
5.mar	5	13h52	1120,47	0,83	13h51	1093,49	1,52	13h50	1165,56	0,77
6.mar	6	21h35	1119,38	1,09	21h34	1091,54	1,95	21h33	1164,56	1,00
7.mar	7	14h22	1119,02	0,36	14h22	1090,66	0,88	14h21	1164,28	0,28

	DIA	H3			H4			K3		
		HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (kg)	DM
<b>8.mar</b>	<b>8</b>	16h18	1118,11	0,91	16h18	1089,01	1,65	16h17	1163,52	0,76
<b>9.mar</b>	<b>9</b>	14h00	1117,3	0,81	14h00	1087,53	1,48	13h59	1162,83	0,69
<b>10.mar</b>	<b>10</b>	14h31	1116,56	0,74	14h30	1086,15	1,38	14h29	1162,19	0,64
<b>11.mar</b>	<b>11</b>	12h21	1115,84	0,72	12h20	1084,86	1,29	12h19	1161,55	0,64
<b>12.mar</b>	<b>12</b>	15h20	1114,79	1,05	15h20	1083,25	1,61	15h19	1160,82	0,73
<b>13.mar</b>	<b>13</b>	14h01	1114,05	0,74	14h01	1081,87	1,38	14h00	1160,26	0,56
<b>14.mar</b>	<b>14</b>	14h07	1113,31	0,74	14h06	1080,54	1,33	14h05	1159,60	0,66
<b>15.mar</b>	<b>15</b>	14h48	1112,52	0,79	14h47	1079,02	1,52	14h46	1158,96	0,64
<b>16.mar</b>	<b>16</b>	14h30	1111,78	0,74	14h30	1077,49	1,53	14h29	1158,39	0,57
<b>17.mar</b>	<b>17</b>	11h36	1111,11	0,67	11h35	1076,01	1,48	11h34	1157,85	0,54
<b>18.mar</b>	<b>18</b>	13h31	1110,41	0,70	13h31	1074,34	1,67	13h30	1157,25	0,60
<b>19.mar</b>	<b>19</b>	16h03	1109,64	0,77	16h03	1072,52	1,82	16h02	1156,59	0,66
<b>20.mar</b>	<b>20</b>	14h06	1109,03	0,61	14h05	1071,08	1,44	14h04	1156,01	0,58
<b>21.mar</b>	<b>21</b>	14h14	1108,35	0,68	14h14	1069,53	1,55	14h11	1155,43	0,58
<b>22.mar</b>	<b>22</b>	18h59	1107,49	0,86	18h59	1067,69	1,84	18h57	1154,69	0,74
<b>23.mar</b>	<b>23</b>	14h06	1106,95	0,54	14h06	1066,95	0,74	14h04	1154,27	0,42
<b>29.mar</b>	<b>24</b>	18h00	1103,04	3,91	18h00	1058,04	8,91	17h59	1150,74	3,53
<b>30.mar</b>	<b>25</b>	18h10	1102,43	0,61	18h10	1056,71	1,33	18h09	1150,15	0,59
<b>31.mar</b>	<b>26</b>	18h21	1101,43	1,00	18h20	1055,04	1,67	18h19	1149,46	0,69
<b>1.abr</b>	<b>27</b>	17h43	1100,16	1,27	17h42	1053,34	1,7	17h41	1148,70	0,76
<b>4.abr</b>	<b>28</b>	12h33	1096,52	3,64	12h33	1048,19	5,15	12h32	1146,38	2,32
<b>6.abr</b>	<b>29</b>	18h00	1094,33	2,19	17h59	1044,61	3,58	17h58	1144,61	1,77
<b>VALOR MÉDIO</b>				1,01			1,85			0,79

	K5				L1			L2		
	DIA	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM
<b>29.fev</b>	<b>M.início</b>	12h08	1101,01	0,00	11h15	1096,74	0,00	11h22	1115,30	0,00
<b>1.mar</b>	<b>1</b>	10h50	1099,61	1,4	10h52	1095,78	0,96	10h52	1114,29	1,01
<b>2.mar</b>	<b>2</b>	12h40	1098,44	1,17	12h43	1095,03	0,75	12h43	1113,48	0,81
<b>3.mar</b>	<b>3</b>	12h37	1097,93	0,51	12h40	1094,85	0,18	12h39	1113,28	0,20
<b>4.mar</b>	<b>4</b>	12h34	1097,21	0,72	12h37	1094,34	0,51	12h37	1112,73	0,55
<b>5.mar</b>	<b>5</b>	13h51	1096,3	0,91	13h53	1093,79	0,55	13h53	1112,21	0,52
<b>6.mar</b>	<b>6</b>	21h33	1095,14	1,16	21h36	1092,95	0,84	21h36	1111,41	0,80
<b>7.mar</b>	<b>7</b>	14h21	1094,73	0,41	14h23	1092,68	0,27	14h23	1111,17	0,24
<b>8.mar</b>	<b>8</b>	16h17	1093,83	0,9	16h20	1092,00	0,68	16h19	1110,55	0,62
<b>9.mar</b>	<b>9</b>	13h59	1093,05	0,78	14h02	1091,42	0,58	14h01	1110,02	0,53
<b>10.mar</b>	<b>10</b>	14h29	1092,35	0,7	14h32	1090,80	0,62	14h31	1109,35	0,67
<b>11.mar</b>	<b>11</b>	12h19	1091,71	0,64	12h22	1090,28	0,52	12h22	1108,74	0,61
<b>12.mar</b>	<b>12</b>	15h19	1090,88	0,83	15h21	1089,51	0,77	15h21	1108,04	0,70
<b>13.mar</b>	<b>13</b>	14h00	1090,25	0,63	14h02	1088,88	0,63	14h02	1107,48	0,56
<b>14.mar</b>	<b>14</b>	14h05	1089,62	0,63	14h09	1088,31	0,57	14h08	1106,82	0,66
<b>15.mar</b>	<b>15</b>	14h46	1088,96	0,66	14h50	1087,70	0,61	14h49	1106,20	0,62
<b>16.mar</b>	<b>16</b>	14h29	1088,31	0,65	14h31	1087,15	0,55	14h31	1105,65	0,55
<b>17.mar</b>	<b>17</b>	11h34	1087,71	0,6	11h37	1086,63	0,52	11h37	1105,1	0,55
<b>18.mar</b>	<b>18</b>	13h31	1087,00	0,71	13h32	1086,07	0,56	13h32	1104,43	0,67
<b>19.mar</b>	<b>19</b>	16h02	1086,21	0,79	16h04	1085,41	0,66	16h04	1103,72	0,71
<b>20.mar</b>	<b>20</b>	14h05	1085,49	0,72	14h07	1084,91	0,5	14h06	1103,04	0,68
<b>21.mar</b>	<b>21</b>	14h12	1084,85	0,64	14h15	1084,28	0,63	14h15	1102,44	0,60
<b>22.mar</b>	<b>22</b>	18h58	1083,96	0,89	19h01	1083,5	0,78	19h01	1101,59	0,85
<b>23.mar</b>	<b>23</b>	14h05	1083,34	0,62	14h07	1082,86	0,64	14h07	1101,03	0,56
<b>29.mar</b>	<b>24</b>	17h59	1078,98	4,36	18h01	1079,33	3,53	18h01	1096,87	4,16
<b>30.mar</b>	<b>25</b>	18h09	1078,27	0,71	18h12	1078,66	0,67	18h11	1095,77	1,10
<b>31.mar</b>	<b>26</b>	18h19	1077,32	0,95	18h22	1077,65	1,01	18h22	1094,3	1,47



	K5				L1			L2		
	DIA	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM	HORA	MASSA (g)	DM
<b>1.abr</b>	<b>27</b>	17h42	1076,29	1,03	17h44	1076,72	0,93	17h43	1092,84	1,46
<b>4.abr</b>	<b>28</b>	12h32	1073,16	3,13	12h34	1074,04	2,68	12h34	1089,27	3,57
<b>6.abr</b>	<b>29</b>	17h58	1070,77	2,39	18h01	1072,05	1,99	18h01	1086,72	2,55
<b>VALOR MÉDIO</b>				1,01			0,82			0,90

- Registo da massa dos produtos no decorrer do ensaio de permeabilidade ao vapor de água

	EPOSURF				WOOD FILLER			PROFILL			DARWIN		
	Dia	Hora	Massa(g)	DM	Hora	Massa(g)	DM	Hora	Massa(g)	DM	Hora	Massa(g)	DM
<b>21.mar</b>	0	15h55	682,23	0,00	15h52	748,72	0,00	15h55	791,50	0,00	16h15	830,73	0,00
<b>22.mar</b>	1	19h03	682,15	0,08	19h03	748,63	0,09	19h03	791,42	0,08	19h02	823,99	6,74
<b>23.mar</b>	2	14h08	682,13	0,02	14h08	748,62	0,01	14h08	791,40	0,02	14h08	820,73	3,26
<b>1.abr</b>	3	17h53	682,13	0,00	17h53	748,49	0,13	17h53	791,32	0,08	17h54	802,93	17,8
<b>4.abr</b>	4	12h35	682,21	-0,08	12h35	748,54	-0,05	12h35	791,32	0,00	12h34	800,80	2,13
<b>6.abr</b>	5	18h02	682,12	0,09	18h02	748,51	0,03	18h02	791,30	0,02	18h03	799,26	1,54

**B.4. Envelhecimento artificial acelerado**

- **Registo das massas da amostra 1**

Nº ciclo	Data	Ciclos	Massa amostra(g) -início	Data de término	Massa amostra(g) - fim	$\Delta m$ (g)
<b>M. Inicial</b>	19.04.2016	-	243,48	21.04.2016	240,41	0,00
<b>1</b>	21.04.2016	Inverno	240,41	23.04.2016	240,01	-3,07
<b>2</b>	23.04.2016	Verão	240,01	26.04.2016	239,89	-3,47
<b>3</b>	26.04.2016	Inverno	239,89	28.04.2016	240,33	-3,59
<b>4</b>	28.04.2016	Verão	240,33	29.04.2016	240,42	-3,15
<b>5</b>	29.04.2016	Inverno	240,42	02.05.2016	239,89	-3,06
<b>6</b>	02.05.2016	Verão	239,89	04.05.2016	240,22	-3,59
<b>7</b>	04.05.2016	Inverno	240,22	06.05.2016	240,75	-3,26
<b>8</b>	06.05.2016	Verão	240,75	07.05.2016	240,25	-2,73
<b>9</b>	07.05.2016	Inverno	240,25	09.05.2016	239,92	-3,23
<b>10</b>	09.05.2016	Verão	239,92	11.05.2016	239,95	-3,56
<b>11</b>	11.05.2016	Inverno	239,95	13.05.2016	239,95	-3,53
<b>12</b>	13.05.2016	Verão	239,95	16.05.2016	239,82	-3,53
<b>13</b>	16.05.2016	Inverno	239,82	18.05.2016	240,29	-3,66
<b>14</b>	18.05.2016	Verão	240,29	19.05.2016	240,66	-3,19
<b>15</b>	19.05.2016	Inverno	240,66	22.05.2016	240,98	-2,82
<b>16</b>	22.05.2016	Verão	240,98	26.05.2016	240,23	-2,50
<b>17</b>	26.05.2016	Inverno	240,23	29.05.2016	239,79	-3,25
<b>18</b>	29.05.2016	Verão	239,79	31.05.2016	240,30	-3,69
<b>19</b>	31.05.2016	Inverno	240,30	02.06.2016	240,37	-3,18
<b>20</b>	02.06.2016	Verão	240,37	03.06.2016	240,88	-3,11

• Registo das massas da amostra 2

Nº ciclo	Data	Ciclos	Massa amostra(g) -início	Data de término	Massa amostra(g) - fim	$\Delta m$ (g)
<b>M. Inicial</b>	19.04.2016	-	267,24	21.04.2016	266,51	0,00
<b>1</b>	21.04.2016	Inverno	266,51	23.04.2016	266,48	-0,73
<b>2</b>	23.04.2016	Verão	266,48	26.04.2016	266,48	-0,76
<b>3</b>	26.04.2016	Inverno	266,48	28.04.2016	266,46	-0,76
<b>4</b>	28.04.2016	Verão	266,46	29.04.2016	266,77	-0,78
<b>5</b>	29.04.2016	Inverno	266,77	02.05.2016	266,55	-0,47
<b>6</b>	02.05.2016	Verão	266,55	04.05.2016	266,62	-0,69
<b>7</b>	04.05.2016	Inverno	266,62	06.05.2016	266,43	-0,62
<b>8</b>	06.05.2016	Verão	266,43	07.05.2016	266,53	-0,81
<b>9</b>	07.05.2016	Inverno	266,53	09.05.2016	266,50	-0,71
<b>10</b>	09.05.2016	Verão	266,50	11.05.2016	266,52	-0,74
<b>11</b>	11.05.2016	Inverno	266,52	13.05.2016	266,44	-0,72
<b>12</b>	13.05.2016	Verão	266,44	16.05.2016	266,45	-0,80
<b>13</b>	16.05.2016	Inverno	266,45	18.05.2016	266,57	-0,79
<b>14</b>	18.05.2016	Verão	266,57	19.05.2016	266,83	-0,67
<b>15</b>	19.05.2016	Inverno	266,83	24.05.2016	266,43	-0,41
<b>16</b>	24.05.2016	Verão	266,43	26.05.2016	266,93	-0,81
<b>17</b>	26.05.2016	Inverno	266,93	29.05.2016	266,41	-0,31
<b>18</b>	29.05.2016	Verão	266,41	31.05.2016	266,54	-0,83
<b>19</b>	31.05.2016	Inverno	266,54	02.06.2016	266,52	-0,70
<b>20</b>	02.06.2016	Verão	266,52	03.06.2016	266,64	-0,72

- Registo das massas da amostra 3

Nº ciclo	Data	Ciclos	Massa amostra(g) - início	Data de término	Massa amostra(g) - fim	$\Delta m$ (g)
<b>M. Inicial</b>	19.04.2016	-	342,11	21.04.2016	339,83	0,00
<b>1</b>	21.04.2016	Inverno	339,83	23.04.2016	339,82	-2,29
<b>2</b>	23.04.2016	Verão	339,82	26.04.2016	339,81	-2,30
<b>3</b>	26.04.2016	Inverno	339,81	28.04.2016	339,80	-2,31
<b>4</b>	28.04.2016	Verão	339,80	29.04.2016	339,85	-2,32
<b>5</b>	29.04.2016	Inverno	339,85	02.05.2016	339,77	-2,27
<b>6</b>	02.05.2016	Verão	339,77	04.05.2016	340,10	-2,35
<b>7</b>	04.05.2016	Inverno	340,10	06.05.2016	339,75	-2,02
<b>8</b>	06.05.2016	Verão	339,75	07.05.2016	339,86	-2,37
<b>9</b>	07.05.2016	Inverno	339,86	09.05.2016	339,81	-2,26
<b>10</b>	09.05.2016	Verão	339,81	11.05.2016	339,79	-2,31
<b>11</b>	11.05.2016	Inverno	339,79	13.05.2016	339,86	-2,33
<b>12</b>	13.05.2016	Verão	339,86	16.05.2016	339,74	-2,26
<b>13</b>	16.05.2016	Inverno	339,74	18.05.2016	339,72	-2,38
<b>14</b>	18.05.2016	Verão	339,72	19.05.2016	339,86	-2,40
<b>15</b>	19.05.2016	Inverno	339,86	24.05.2016	340,14	-2,26
<b>16</b>	24.05.2016	Verão	340,14	26.05.2016	339,65	-1,98
<b>17</b>	26.05.2016	Inverno	339,65	29.05.2016	339,72	-2,47
<b>18</b>	29.05.2016	Verão	339,72	31.05.2016	339,73	-2,40
<b>19</b>	31.05.2016	Inverno	339,73	02.06.2016	339,75	-2,39
<b>20</b>	02.06.2016	Verão	339,75	03.06.2016	339,83	-2,37

- Registo das massas da amostra 4

Nº ciclo	Data	Ciclos	Massa amostra(g) - início	Data de término	Massa amostra(g) - fim	$\Delta m$ (g)
<b>M. Inicial</b>	19.04.2016	-	338,03	21.04.2016	332,07	0,00
<b>1</b>	21.04.2016	Inverno	332,07	23.04.2016	335,85	-5,96
<b>2</b>	23.04.2016	Verão	335,85	26.04.2016	335,80	-2,18
<b>3</b>	26.04.2016	Inverno	335,80	28.04.2016	335,50	-2,23
<b>4</b>	28.04.2016	Verão	335,50	29.04.2016	335,80	-2,53
<b>5</b>	29.04.2016	Inverno	335,80	02.05.2016	335,73	-2,23
<b>6</b>	02.05.2016	Verão	335,73	04.05.2016	336,06	-2,30
<b>7</b>	04.05.2016	Inverno	336,06	06.05.2016	335,67	-1,97
<b>8</b>	06.05.2016	Verão	335,67	07.05.2016	335,82	-2,36
<b>9</b>	07.05.2016	Inverno	335,82	09.05.2016	335,74	-2,21
<b>10</b>	09.05.2016	Verão	335,74	11.05.2016	335,73	-2,29
<b>11</b>	11.05.2016	Inverno	335,73	13.05.2016	335,78	-2,30
<b>12</b>	13.05.2016	Verão	335,78	16.05.2016	335,62	-2,25
<b>13</b>	16.05.2016	Inverno	335,62	18.05.2016	335,6	-2,41
<b>14</b>	18.05.2016	Verão	335,60	19.05.2016	335,76	-2,43
<b>15</b>	19.05.2016	Inverno	335,76	24.05.2016	336,83	-2,27
<b>16</b>	24.05.2016	Verão	336,83	24.05.2016	335,59	-1,20
<b>17</b>	26.05.2016	Inverno	335,59	29.05.2016	335,67	-2,44
<b>18</b>	29.05.2016	Verão	335,67	31.05.2016	335,66	-2,36
<b>19</b>	31.05.2016	Inverno	335,66	02.06.2016	335,69	-2,37
<b>20</b>	02.06.2016	Verão	335,69	03.06.2016	335,87	-2,34

- Registo das massas da amostra 5

Nº ciclo	Data	Ciclos	Massa amostra(g) - início	Data de término	Massa amostra(g) - fim	$\Delta m$ (g)
<b>M. Inicial</b>	19.04.2016	-	214,20	21.04.2016	213,98	0,00
<b>1</b>	21.04.2016	Inverno	213,98	23.04.2016	213,98	-0,22
<b>2</b>	23.04.2016	Verão	213,98	26.04.2016	213,99	-0,22
<b>3</b>	26.04.2016	Inverno	213,99	28.04.2016	213,98	-0,21
<b>4</b>	28.04.2016	Verão	213,98	29.04.2016	213,98	-0,22
<b>5</b>	29.04.2016	Inverno	213,98	02.05.2016	213,97	-0,22
<b>6</b>	02.05.2016	Verão	213,97	04.05.2016	214,00	-0,23
<b>7</b>	04.05.2016	Inverno	214,00	06.05.2016	213,65	-0,20
<b>8</b>	06.05.2016	Verão	213,65	07.05.2016	213,98	-0,55
<b>9</b>	07.05.2016	Inverno	213,98	09.05.2016	213,89	-0,22
<b>10</b>	09.05.2016	Verão	213,89	11.05.2016	213,99	-0,31
<b>11</b>	11.05.2016	Inverno	213,99	13.05.2016	213,95	-0,21
<b>12</b>	13.05.2016	Verão	213,95	16.05.2016	213,94	-0,25
<b>13</b>	16.05.2016	Inverno	213,94	18.05.2016	213,94	-0,26
<b>14</b>	18.05.2016	Verão	213,94	19.05.2016	214,02	-0,26
<b>15</b>	19.05.2016	Inverno	214,02	24.05.2016	214,09	-0,18
<b>16</b>	24.05.2016	Verão	214,09	26.05.2016	213,93	-0,11
<b>17</b>	26.05.2016	Inverno	213,93	29.05.2016	213,99	-0,27
<b>18</b>	29.05.2016	Verão	213,99	31.05.2016	213,92	-0,21
<b>19</b>	31.05.2016	Inverno	213,92	02.06.2016	213,98	-0,28
<b>20</b>	02.06.2016	Verão	213,98	03.06.2016	214,01	-0,22

• Registo das massas da Amostra 6

Nº ciclo	Data de início	Ciclos	Massa amostra(g) - início	Data de término	Massa amostra(g) - fim	$\Delta m$ (g)
<b>M. Inicial</b>	19.04.2016	-	305,79	21.04.2016	296,49	0,00
<b>1</b>	21.04.2016	Inverno	296,49	23.04.2016	300,88	-9,30
<b>2</b>	23.04.2016	Verão	300,88	26.04.2016	300,66	-4,91
<b>3</b>	26.04.2016	Inverno	300,66	28.04.2016	300,63	-5,13
<b>4</b>	28.04.2016	Verão	300,63	29.04.2016	300,66	-5,16
<b>5</b>	29.04.2016	Inverno	300,66	02.05.2016	300,57	-5,13
<b>6</b>	02.05.2016	Verão	300,57	04.05.2016	300,86	-5,22
<b>7</b>	04.05.2016	Inverno	300,86	06.05.2016	298,02	-4,93
<b>8</b>	06.05.2016	Verão	298,02	07.05.2016	300,69	-7,77
<b>9</b>	07.05.2016	Inverno	300,69	09.05.2016	300,56	-5,10
<b>10</b>	09.05.2016	Verão	300,56	11.05.2016	300,62	-5,23
<b>11</b>	11.05.2016	Inverno	300,62	13.05.2016	300,67	-5,17
<b>12</b>	13.05.2016	Verão	300,67	16.05.2016	300,51	-5,12
<b>13</b>	16.05.2016	Inverno	300,51	18.05.2016	300,52	-5,28
<b>14</b>	18.05.2016	Verão	300,52	19.05.2016	300,70	-5,27
<b>15</b>	19.05.2016	Inverno	300,70	24.05.2016	300,49	-5,09
<b>16</b>	24.05.2016	Verão	300,49	26.05.2016	301,54	-5,30
<b>17</b>	26.05.2016	Inverno	301,54	29.05.2016	300,54	-4,25
<b>18</b>	29.05.2016	Verão	300,54	31.05.2016	300,46	-5,25
<b>19</b>	31.05.2016	Inverno	300,46	02.06.2016	300,60	-5,33
<b>20</b>	02.06.2016	Verão	300,60	03.06.2016	300,69	-5,19

- **Registo das massas da Amostra 7**

<b>Nº ciclo</b>	<b>Data de início</b>	<b>Ciclos</b>	<b>Massa amostra(g) - início de ciclo</b>	<b>Data de término</b>	<b>Massa amostra(g) - fim de ciclo</b>	<b><math>\Delta m</math> (g)</b>
<b>0</b>	22.05.2016	Verão	314,86	26.05.2016	292,73	0,00
<b>1</b>	26.05.2016	Inverno	292,73	29.05.2016	285,49	-22,13
<b>2</b>	29.05.2016	Verão	285,49	31.05.2016	285,73	-29,37
<b>3</b>	31.05.2016	Inverno	285,73	02.06.2016	285,67	-29,13
<b>4</b>	02.06.2016	Verão	285,67	03.06.2016	285,69	-29,19
<b>5</b>	03.06.2016	Inverno	285,69	06.06.2016	285,10	-29,17
<b>6</b>	06.06.2016	Verão	285,10	08.06.2016	285,07	-29,76
<b>7</b>	08.06.2016	Inverno	285,07	10.06.2016	283,83	-29,79
<b>8</b>	10.06.2016	Verão	283,83	14.06.2016	283,50	-31,03
<b>9</b>	14.06.2016	Inverno	283,50	15.06.2016	283,47	-31,36
<b>10</b>	15.06.2016	Verão	283,47	17.06.2016	282,92	-31,39